

УДК 621.319

А. В. Бабенко, к. т. н.; А. В. Гадай, к. т. н.; А. М. Захарчук**АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ**

Разработана система автоматического управления искусственным освещением, которая обеспечивает цветовую температуру и яркость освещения, приближенные к солнечному освещению в реальном времени.

Ключевые слова: искусственное освещение, автоматическое управление, цветовая температура, RGB-светодиоды.

Рассмотрение проблемы и постановка задачи

Естественный свет имеет важное значение для человека, для улучшения его психофизического состояния и повышения производительности труда. Изменение интенсивности и спектрального состава света, свойственного для солнечного излучения в течение дня, является естественным регулятором жизни человека. В дневные часы солнечный свет характеризуется высокой интенсивностью, высокой цветовой температурой и значительной долей голубого излучения. В вечерние часы интенсивность этих составляющих значительно снижается. Люди адаптировались к таким колебаниям световых параметров, и их биологические ритмы, от которых зависит изменение умственной и физической активности в течение суток, фактически определяются тремя параметрами: интенсивностью, цветовой температурой и голубой составляющей солнечного излучения [1, 2].

Целью данной работы является разработка автоматической системы управления освещением, позволяющей воспроизводить основные параметры естественной световой атмосферы – изменение цветовой температуры и яркости – в реальном времени.

Обоснование результатов

На сегодняшний день практически невозможно полностью воспроизвести параметры естественного освещения, используя существующие источники света. Связано это с трудностями создания источников света со спектром, аналогичным спектру естественного света. RGB-светодиоды имеют спектр, наиболее соответствующий чувствительности человеческого глаза, и позволяют регулировать цветовую температуру.

Принцип работы системы заключается в следующем (рис. 1). Присутствие человека в помещении с установленной системой регистрирует датчик движения, и данные об этом отправляют на блок управления. При получении данных микроконтроллер проводит считывание информации с датчика освещенности об уровне интенсивности спектров излучения красной, зеленой и синей составляющих отдельно и о суммарной величине уровня естественной освещенности. Полученное значение сравнивают с заданным и при несовпадении пропорционально корректируют величину интенсивности каждого из цветов. Это позволяет при неизменной цветовой температуре изменять уровень освещенности. С микроконтроллера информацию об интенсивности свечения каждого цвета подают на блок исполнения, формирующий импульсы управления кристаллами светодиода.

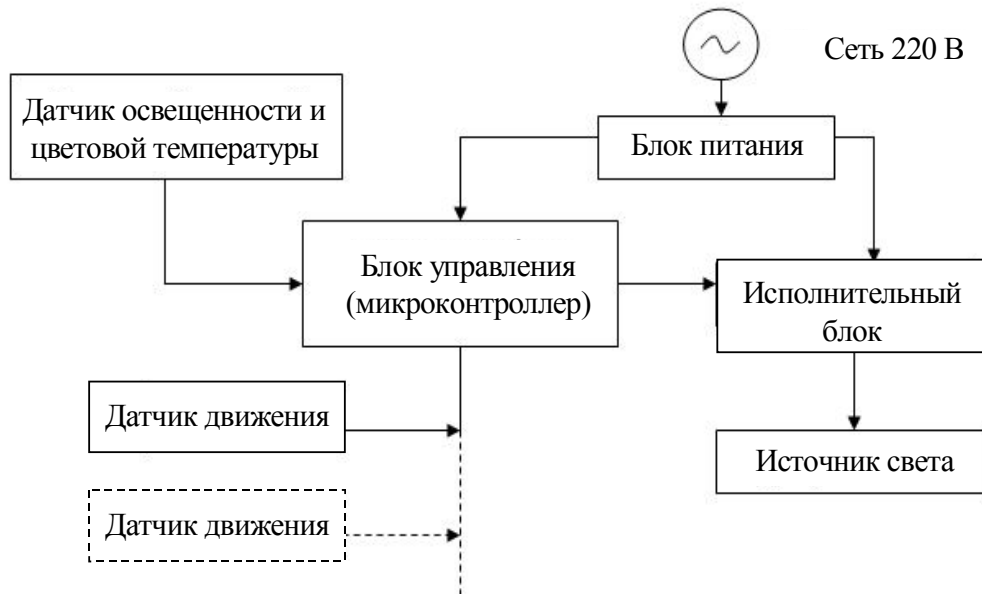


Рис. 1. Функциональная схема автоматической системы управления освещением

Рассмотрим подробнее работу каждого элемента системы.

Основой системы является блок управления на базе микроконтроллера ATmega16L-8PU фирмы ATMEL [3] (рис. 2).

Использование микроконтроллера в данной системе как управляющего устройства позволяют программно реализовать обработку информации, получаемую от датчиков, ее сопоставление с данными о необходимом уровне освещенности, коррекцию световых параметров и создания управляющих импульсов для управления источником света.

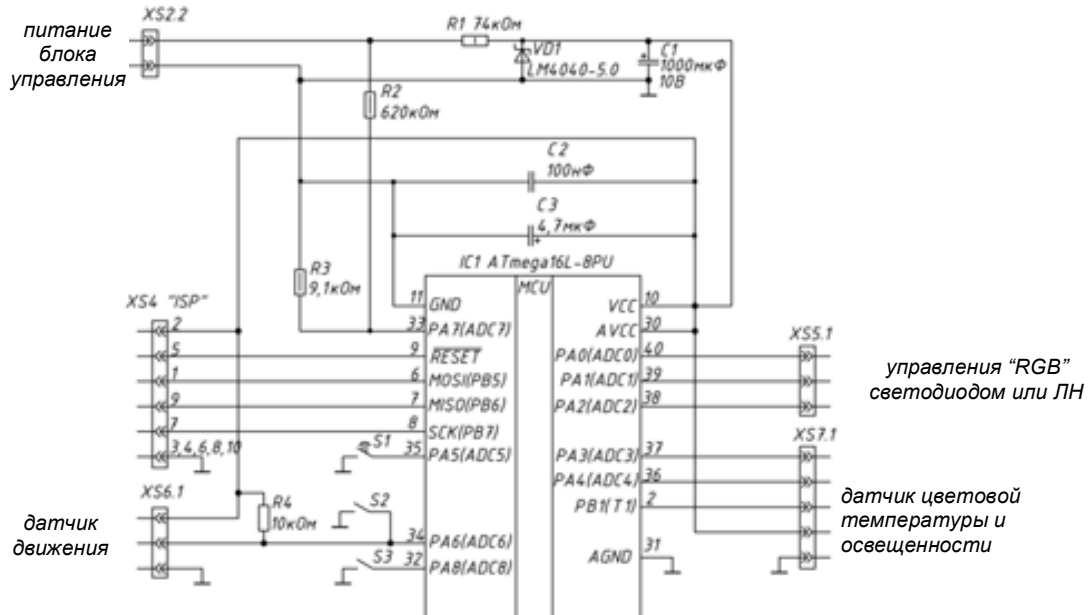


Рис. 2. Принципиальная схема микроконтроллерного блока управления

Изменение цветовой температуры источника света стало технически возможным только недавно, благодаря разработке и внедрению RGB-светодиодов. Их особенностью является размещение трех светоизлучающих кристаллов в одном корпусе с оптической системой. Это дало возможность, изменяя значение тока независимо для каждого из кристаллов, получить все возможные оттенки цветов, различаемые человеком. Для воспроизведения необходимой цветовой температуры достаточно иметь числовое значение двух координат на плоскости

диаграммы цветности (рис. 3). При этом горизонтальная ось диаграммы характеризует насыщенность того или иного цвета, а вертикальная – его тон.

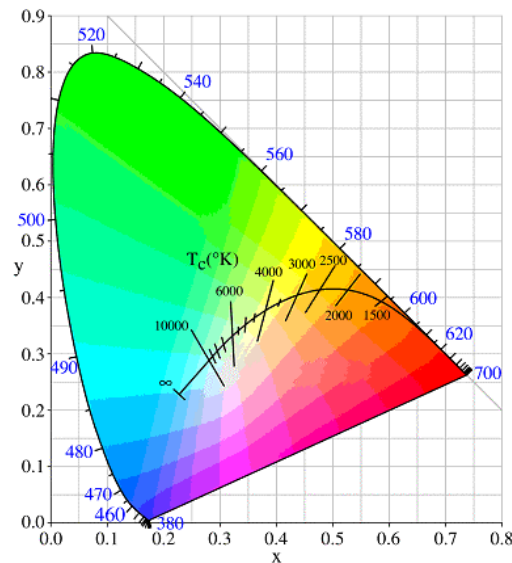


Рис. 3. Диаграмма цветности в системе x, y

Основой принципиальной схемы (рис. 4) является светодиодный драйвер HV9961, позволяющий стабилизировать ток через светодиод независимо от внешних факторов, таких как: колебания напряжения и изменение температуры. Дополнительным преимуществом использования в системе светодиода является его спектр излучения, соответствующий чувствительности человеческого глаза [4].

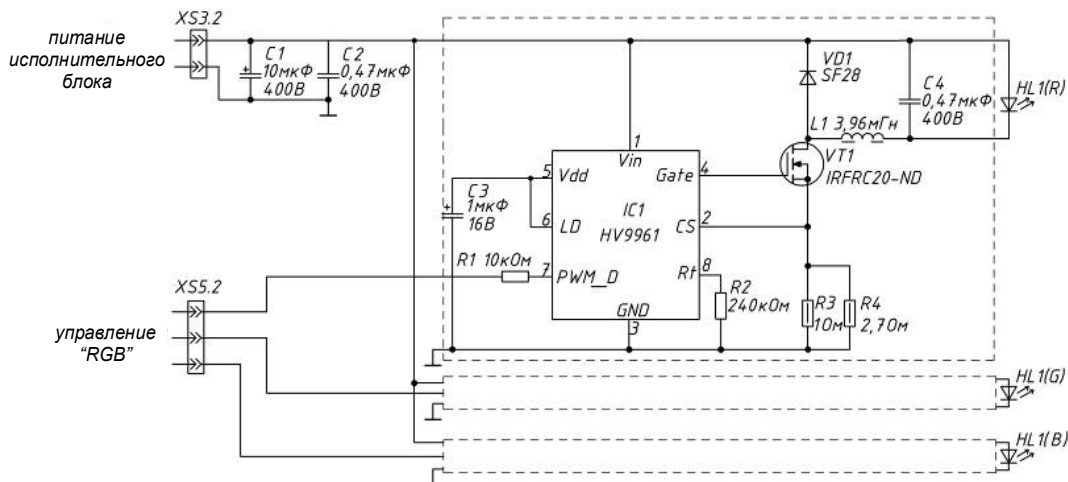


Рис. 4. Принципиальная схема блока исполнения с использованием RGB-светодиода

Учитывая значительную (по сравнению с другими источниками света) стоимость светодиодов, дополнительно был разработан блок исполнения для работы с лампой накаливания (рис. 5). Программная реализация плавного включения позволяет значительно увеличить срок службы лампы, частично компенсирует ее неудовлетворительные характеристики. Однако с использованием лампы накаливания теряется основное преимущество системы – регулировка цветовой температуры.

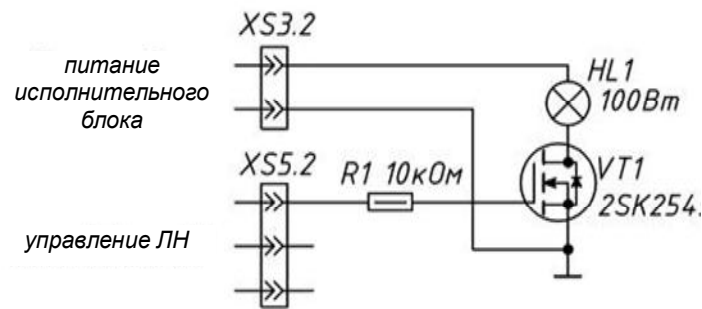


Рис. 5. Принципиальная схема блока исполнения при использовании лампы накаливания

В качестве датчика цветовой температуры и освещенности используют микросхему TCS3200 – преобразователь «освещенность – частота» (рис. 6, а). Она состоит из матрицы фотодиодов 8 на 8 и операционного усилителя, превращающих изменение освещенности в изменение частоты. Фотодиодная матрица состоит из 16 фотодиодов с синим фильтром, из 16 – с красным, из 16 – с зеленым и 16 фотодиодов без фильтра, которые для минимизации эффекта неравномерности расположены в шахматном порядке.

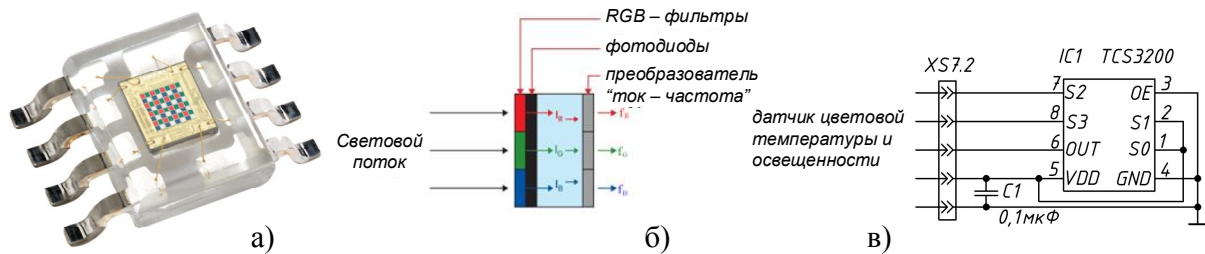


Рис. 6. Датчик цветовой температуры и освещенности TCS320

Принцип работы заключается в следующем (рис. 6 б). RGB-фильтры раскладывают падающий свет на красную, зеленую и синюю составляющие. Фотодиод, находящийся под соответствующим фильтром, превращает яркость в ток, после чего операционные усилители с токовым входом превращают изменение тока в изменение частоты. Принципиальная схема включения изображена на рис. 6 в. Основными преимуществами данной микросхемы являются линейная зависимость частоты от освещенности (примерно 1 кГц на 1 лк) и спектральная чувствительность, приближенная к чувствительности человеческого глаза.

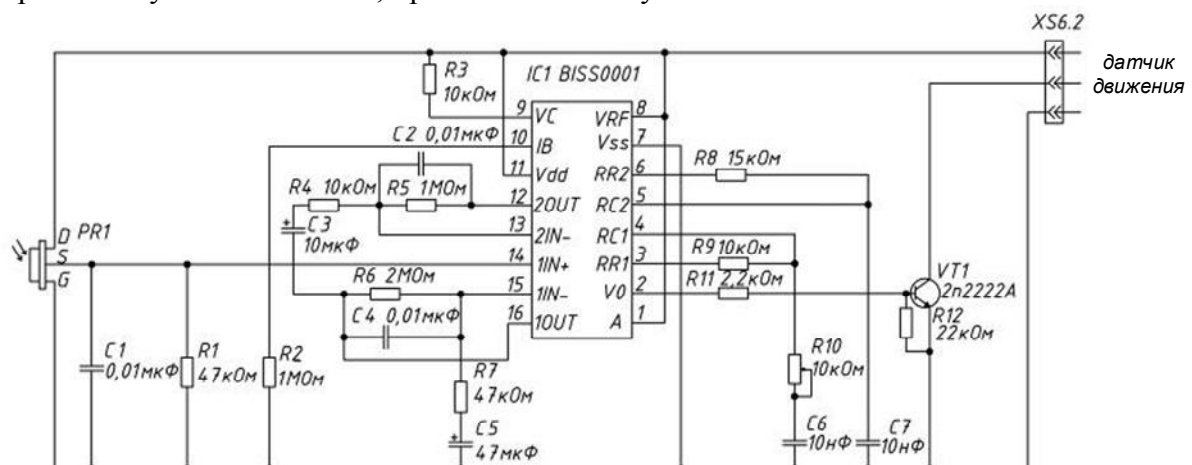


Рис. 7. Принципиальная схема включения датчика движения

В качестве детектора движения используют пассивный инфракрасный сенсор. Он состоит из трех элементов:

- 1) оптической системы, формирующей диаграмму направленности датчика и

определяющей форму и вид пространственной зоны чувствительности. В данной системе используют линзу Френеля;

2) пирозлектрического сенсора, регистрирующего тепловое излучение человека;

3) блока обработки сигналов сенсора, генерирующего сигналы, обусловленные движением человека, на фоне помех естественного и искусственного происхождения [5]. Его схема приведена на рис. 7.

Сигнал от движения человека возникает на выходе пирозлемента при пересечении человеком луча зоны чувствительности. Чувствительность и избирательность действия сенсора формируются с помощью линз Френеля с различными диаграммами направленности.

Основные преимущества предложенной системы управления освещением:

- изменение цветовой температуры света в течение суток, согласно изменениям естественного освещения;
- точное поддержание заданного уровня освещенности;
- учет присутствия людей;
- наличие плавного включения источника света исключая светодиоды;
- небольшие габариты и масса;
- модульная конструкция;
- низкое энергопотребление.

Выводы

Данная система имеет широкое практическое применение, поскольку её можно использовать во всех сферах деятельности человека, где необходимо создавать искусственное освещение в течение длительного времени. Благодаря использованию современных энергоэффективных технологий, помимо положительного влияния на производительность труда, на физическую и умственную активность человека, она позволяет существенно экономить электроэнергию по сравнению с существующими системами освещения. С развитием светодиодного производства возможно полное вытеснение систем, построенных на основе других источников света, благодаря более высоким эксплуатационным параметрам представленной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Ф. Шуберт. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
2. Light's Labours Lost – Fact Sheet // International energy agency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/light_fact.pdf.
3. ATmega16 – User Guide / Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>.
4. Four Great Reasons to Dim – Lutron Electronics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <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 Алексей Викторович — доцент кафедры электротехнических систем электропотребления и энергетического менеджмента.

Винницкий национальный технический университет.

Гадай Андрей Валентинович – доцент кафедры электроснабжения.

Луцкий национальный технический университет.

Захарчук Александр Михайлович – магистр.

Луцкий национальный технический университет.