



А.В. Исаев, старший преподаватель кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии» Белорусского национального технического университета

Г.А. Никандрова, студентка кафедры «Спортивная инженерия» БНТУ



Е.Н. Савкова, к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» Белорусского национального технического университета

Е.И. Фёдорова, студентка кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ



ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ

(Окончание. Начало в № 6 — 2011)

1.3. Модуль питания.

Модуль питания представлен двумя устройствами: AC/DC — преобразователь и стабилизатор напряжения.

1.3.1. AC/DC — преобразователь LPV-20-15.

Источники питания серии LPV-20-15 являются AC/DC модулями со стабилизированным выходным напряжением. Источники питания имеют универсальный вход 90–264 В переменного тока, комплекс защит от короткого замыкания, перегрузки и перенапряжения.

Электрическая прочность изоляции составляет 3 кВ переменного тока. Диапазон рабочих температур: –30...70 °С.

Особенности:

- стабилизация выходного напряжения;
- герметичный корпус по IP67;
- выдерживает скачки входного напряжения до 300 В в течение 5 с;
- не требует принудительного охлаждения;
- входной и выходной кабели 18AWGx2C длиной 60 см.

Выбор источника питания был основан

исходя из величины выходного тока $I_{вых}$ — не менее 1 А, выходного напряжения $U_{вых}$ — от 12,7 В до 15 В, выходной мощности $P_{вых}$ — не менее 12,7 Вт, а также наименьших габаритных размеров корпуса. Необходимыми перечисленными характеристиками обладает источник питания серии LPV-20-15. Основные характеристики представлены в таблице 3.

Внешний вид источника питания серии LPV-20-15 изображен на рис. 7.

Блок-схема источника питания серии LPV-20-15 представлена на рис. 8.

Таблица 3

Основные характеристики источника питания

Входное напряжение $U_{вх}$, В	Выходной ток $I_{вых}$, мА	Выходное напряжение $U_{вых}$, В	Выходная мощность $P_{вых}$, Вт	Эффективность, %	Размер, мм
90–305	0–1330	15	20	83	118 × 35 × 26



Рис. 7. Внешний вид источника питания серии LPV-20-15

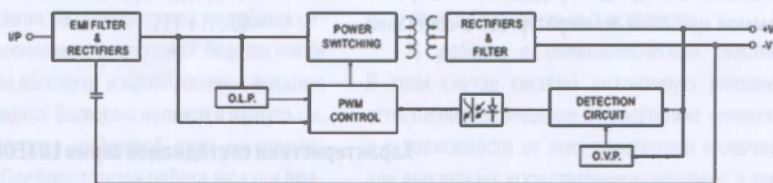


Рис. 8. Блок-схема источника питания серии LPV-20-15

1.3.2. Стабилизатор напряжения KP142EH5A.

Микросхема представляет собой мощный стабилизатор напряжения с фиксированным выходным напряжением положительной полярности 5 В. Имеет встроенную защиту от короткого замыкания, защиту от перегрузок по току и от перегрева кристалла.

Основные характеристики:

- допустимый выходной ток 1 А;

- не требуются внешние компоненты;
- внутренняя термозащита;
- внутреннее ограничение тока КЗ.

Стабилизатор напряжения KP142EH5A представлен в корпусе типа КТ-28-2. Масса составляет не более 2,5г. Назначения выводов:

2 — выход; 8 — общий; 17 — вход.

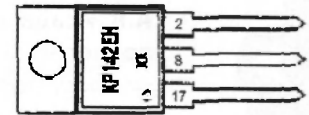


Рис. 9. Корпус типа КТ-28-2

Электрические характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4

Электрические характеристики стабилизатора напряжения KP142EH5A

Наименование	Обозначение	Мин.	Тип.	Макс.	Ед-ца измерения
Выходное напряжение	Vout	4,9	5,0	5,1	В
		4,75	-	5,25	В
Нестабильность по входному напряжению	Vo line	—	3	100	мВ
		—	1	50	мВ
Нестабильность по току нагрузки	Vo load	—	15	100	мВ
		—	5	50	мВ
Ток покоя	Iq	—	4,2	8,0	мА
Нестабильность тока покоя	Iq	—	—	1,3	мА
		—	—	0,5	мА
Выходное напряжение шума	Vn	—	40	—	мкВ
Коэффициент подавления пульсации	Rrej	62	78	—	дБ
Падение напряжения	Vdrop	—	2,0	—	В
Выходное сопротивление	Rout	—	17	—	МОм
Ток КЗ	Ios	—	750	—	мА
Максимальный выходной ток	I _{o peak}	—	2,2	—	А
Температурная нестабильность выходного напряжения	Vout Tj	—	1,1	—	мВ/°С

1.4. Светодиоды PHILIPS LUMILEDS серии LUXEON Rebel LXML-PW51.

LUXEON Rebel — серия мощных светодиодов в компактных корпусах для поверхностного монтажа. Светодиоды серии имеют наилучшие показатели в своем классе по параметру плотность светового потока на единицу площади. Несмотря на миниатюрные размеры, светодиоды серии Rebel обеспечивают значительную величину светового потока — до 145 лм при токе 700 мА.

Линейка мощных светодиодов PHILIPS LUMILEDS серии LUXEON Rebel белого цвета разработана специально для применения в освещении. Светодиоды представлены широкой гаммой цветовых температур CCT в сочетании

с высоким коэффициентом цветопередачи CRI, высокой эффективностью и надежностью.

Технические характеристики:

- размер светодиода, мм — 3 x 4,5;
- максимальный прямой ток, мА — 1000;
- прямое напряжение при токе 350 мА (тип.), В — 3,00;
- прямое напряжение при токе 700 мА (тип.), В — 3,15;
- тепловое сопротивление (тип.), °С/Вт — 10;
- максимальная температура р-п перехода, °С — 150;
- рабочая температура на корпусе светодиода при токе 350 мА, °С — -40 ... +135.

Для данной работы выбраны светодиоды PHILIPS LUMILEDS для внутреннего освещения серии LUXEON Rebel LXML-PW51. Характеристики светодиодов представлены в таблице 5.

Внешний вид светодиода изображен на рис. 10.

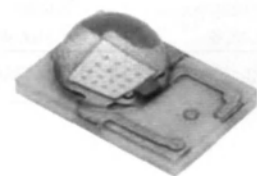


Рис. 10. Внешний вид светодиода серии LUXEON Rebel LXML-PW51

Таблица 5

Характеристики светодиодов серии LUXEON Rebel LXML-PW51

Цвет	Цветовая температура CCT (ном.), К	Коэффициент цветопередачи CRI	Световой поток, лм	Энерго-эффективность, лм/Вт
Neutral-white	4000	70	105 при 350 мА	100

2. Схемотехническая часть. Описание электронной схемы и ее функционирования

Учитывая, что светодиодная техника на настоящее время является достаточно дорогой, альтернатива существующим системам может быть достигнута только увеличением функциональности и интеллектуальности конечной системы. Разрабатываемая схема должна выполнять следующие функции:

- отключать искусственное освещение при достаточном уровне естественного;
- отключать искусственное освещение при отсутствии человека (или переводить в минимальный режим);
- организовывать дистанционное управление;
- организовывать «безмеханическое» управление;
- управлять мощностью светового потока.

Для реализации заданных функций была разработана функциональная схема, которая приведена на рис. 11.

2.1. Назначение блоков.

Функциональная схема приведена на рис. 11. Условно ее можно разделить на следующие части:

1) *блок управления* — представляет собой микроконтроллер, выполняющий следующие функции:

- фиксирует уровень естественного освещения;
- проверяет наличие человека в пределах «зоны обслуживания»;
- декодирует сигнал с ИК-приемника дистанционного управления;
- организует «сенсорное управление»;
- формирует широтноимпульсный сигнал, определяющий световую мощность оптического сигнала;

2) *модуль питания* — формирует уровни напряжений, необходимые для работы схемы.

Схема питается от сети. Напряжение питания 220 В переменного тока поступает на источник питания серии LPV-20-15 и преобразуется в постоянное напряжение величиной 15 В. На выходе модуля — ток величиной 1,33 А и мощность, равная 20 Вт. Так как питание микроконтроллера +3 В, необходимо уменьшить напряжение до нужного значения. Для этого устанавливается стабилизатор напряжения марки K142EH5A. Микросхема обеспечивает на выходе фиксированное выходное напряжение положительной полярности 3 В. Стандартная схема подключения стабилизатора предусматривает два конденсатора, величина емкости которых 10 мкФ. Конденсаторы устанавливаются для фильтрации пульсаций;

3) *блок сенсорного управления* — представляет собой RC времязадающую цепь с воз-

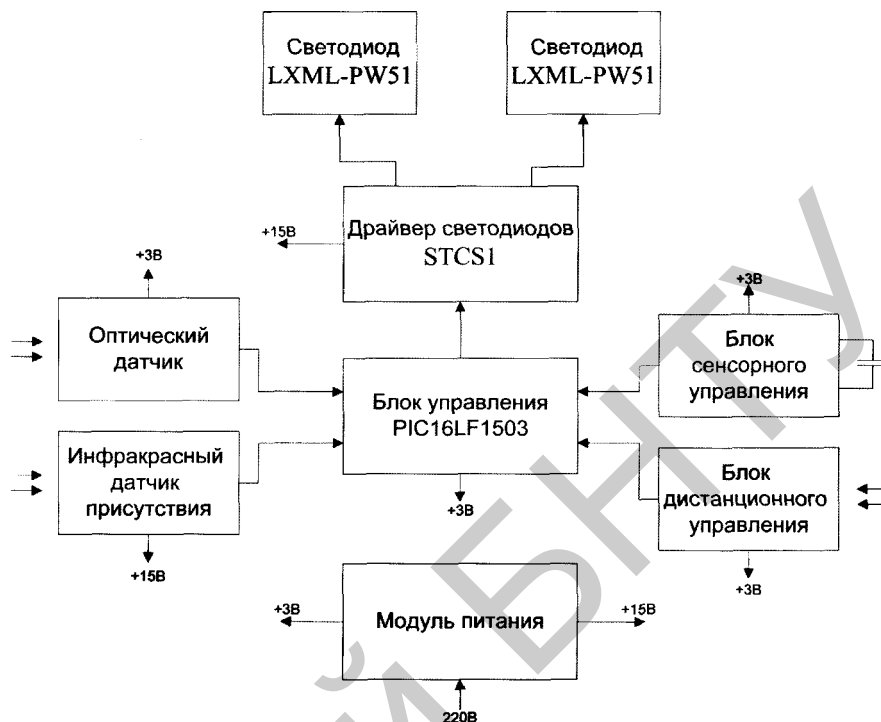


Рис. 11. Функциональная схема системы светодиодного освещения

можностью дополнительного изменения емкости от прикосновения в схеме. Представляет собой цифровой вход-выход микроконтроллера со специальной программной обработкой. Такой способ часто используется в схемотехнике, т. к. является наиболее электробезопасным;

4) *блок дистанционного управления* — представляет собой инфракрасный фотодиод, позволяющий преобразовывать оптические импульсы стандартного протокола RCS в электрический сигнал. Выходным сигналом являются импульсы, поступающие на цифровой вход микроконтроллера (предполагает режим прерывания и работу таймера);

5) *оптический датчик* — блок фотодиода, работающий в вентильном режиме. Выходным сигналом является аналоговый уровень, поступающий на соответствующий вход модуля ADC микроконтроллера;

6) *инфракрасный датчик присутствия* — предназначен для определения человека в зоне путем фиксирования изменения инфракрасного излучения. Предполагает использования различного типа подобных систем, применяемых в системах безопасности с релейным выходом и напряжением питания от 5 до 25 вольт. Выходом являются импульсы, поступающие на цифровой порт микроконтроллера. Предполагается работа модуля прерывания микроконтроллера;

7) *драйвер светодиодов* — представляет собой генератор тока для светодиодов, вели-

чина которого зависит от коэффициента заполнения широтномодулированного импульсного сигнала, поступающего с выхода встроенного PWM — модуля микроконтроллера.

2.2. Алгоритм работы устройства.

При подачи напряжения питания система переходит в исходное состояние. При этом происходит инициализация микроконтроллера и настройка режимов работы встроенных периферийных модулей. При работе системы рассматриваются следующие режимы:

1) *режим программирования кода устройства*, адресуемое с помощью инфракрасного сигнала по протоколу RCS от дистанционного управления. Переход в режим осуществляется по прерыванию от внешней кнопки. При этом первый код в 11 символов, соответствующий протоколу, будет записываться во внутреннюю постоянную память микроконтроллера. В дальнейшем этот код будет задавать работу всего устройства. При необходимости этот код может быть перепрограммирован бесконечное количество раз. Такой подход позволит удешевить конечную конструкцию путем добавления в систему дополнительных устройств;

2) *работа в автоматическом режиме*. В этом случае система анализирует внешнее естественное освещение и присутствие человека и в зависимости от этих параметров включает или выключает искусственное освещение, а также определяет уровень необходимой яркости;

3) *режим с ручной регулировкой яркости освещения*. Предполагает работу без анализа

информации от датчиков освещения и присутствия человека. Работу устройства в общем и уровень освещения в частности определяет пользователь непосредственно ручным способом путем использования дистанционного и (или) сенсорного управления. При этом отзывается системы на оба способа управления полностью равнозначный. Для управления системой предусмотрен единичный сигнал, который в зависимости от длительности бывает короткий (время удержания менее 1 с) и длинный (время удержания более 1 с).

При коротком сигнале система переходит в обратное состояние, то есть режим «включено-выключено».

При длинном сигнале, который работает только в режиме «включено», происходит увеличение или уменьшение мощности светового потока системы светодиодов. При этом каждый последующий длинный сигнал изменяет на обратное направление изменение уровня света.

Необходимо отметить, что драйвер светодиодов постоянно находится в рабочем состоянии. Это необходимо для контроля времени задержки между запуском внутреннего сигнала ШИМ микросхемы и появлением выходного тока. При этом обеспечивается синхронизация между необходимым количеством светодиодов.

2.3. Описание разработанных алгоритмов и программ

Работа прибора базируется на процедуре опроса сенсорного датчика и контроле времени задержки с помощью ШИМ модуляции. Процедура опроса сенсорного датчика предназначена для управления системой светодиодного освещения (включение/выключение блока светодиодов, изменение яркости).

После инициализации ядра микроконтроллера и настройки периферийных модулей, программа начинает опрос сенсора на прикосновение. Происходит проверка бита флага прикосновения. Если флаг имеет значение логической единицы, порт микроконтроллера устанавливается на вывод. Включается светодиод, предназначенный для индикации работы блока светодиодов. При значении логического нуля бита флага прикосновения происходит выключение светодиода индикации. Порт микроконтроллера устанавливается на вывод, загружается логический ноль.

Затем происходит задержка на 0,5 с и снова проводится опрос сенсора. При значении логического нуля бита флага прикосновения, вызывается подпрограмма включения освещения. Порт микроконтроллера выставляется на вывод. Нулевой бит флага включения освещения инвертируется и проверяется на ноль. При значении логической единицы, происходит выключение освещения за счет обнуления

порта микроконтроллера. Таймер выключается. Происходит возврат из подпрограммы.

Если значение бита флага включения освещения равно логической единице, происходит включение освещения. Режим яркости считывается из регистра. После этого программа переходит в режим ожидания.

При значении логической единицы бита флага прикосновения вызывается подпрограмма выбора режима яркости освещения. Нулевой бит флага увеличения/уменьшения освещения инвертируется и проверяется его значение. При логической единице, в аккумулятор загружается значение уровня яркости. Затем увеличивается на единицу и в регистр загружается значение продолжительности импульсов. Если нулевой бит флага прикосновения равен логическому нулю, в аккумулятор загружается значение уровня яркости из регистра и производится уменьшение на единицу. Затем в регистр загружается значение продолжительности задержки.

Для контроля времени задержки с помощью ШИМ модуляции, микроконтроллером предусматривается процедура прерывания.

После включения таймера, происходит проверка значения на выводе микроконтроллера. Если значение равно логическому нулю, то в таймер загружается значение продолжительности импульсов из регистра. На выводе микроконтроллера выставляется уровень единицы. Если значение равно логической единице, то в таймер загружается значение продолжительности задержки из регистра. На выводе микроконтроллера выставляется уровень логического нуля.

Затем сбрасывается флаг прерывания по переполнению таймера. Происходит возврат из подпрограммы обработки прерывания.

Заключение.

Анализ действующих нормативных документов в области освещения показал, что наибольшее распространение получили лампы накаливания, галогенные, люминесцентные и светодиодные лампы. Лампы накаливания являются комфортными с точки зрения восприятия спектра, но проигрывают по показателям энергоэффективности другим источникам света.

К числу достоинств галогенных ламп можно отнести стабильный свет повышенной яркости, улучшенную цветопередачу и возможность чисто химическим путем получить различные оттенки излучаемого света. Самые востребованные области применения линейных галогенных ламп: внутреннее освещение офисов, торговых точек, галерей и музеев, жилых домов; внешнее освещение (территория производственных и строительных объектов, автостоянок, рекламные щиты). Области применения капсульных галогенных ламп: акцентное и декоративное

освещение, рекламы, магазинов, ресторанов и кафе, домов, гостиниц; торговая подсветка.

Люминесцентные лампы нашли широкое применение в освещении общественных зданий: школ, больниц, офисов и т. д. Кроме того, компактные люминесцентные лампы завоевывают популярность и в быту. Популярность люминесцентных ламп обусловлена их преимуществами: значительно большей светоотдачей (люминесцентная лампа 48–104 Вт, а лампа накаливания 8–17 Вт), длительным сроком службы (6000–15000 часов в отличие от 1000 часов у ламп накаливания), рассеянным светом, разнообразием оттенков света. Люминесцентные лампы наиболее целесообразно применять для общего освещения, прежде всего помещений большой площади, позволяющими улучшить условия освещения и при этом снизить потребление энергии на 50–83 % и увеличить срок службы ламп. Люминесцентные лампы широко применяются также и в местном освещении рабочих мест, световой рекламе, подсветке фасадов. Они нашли применение в подсветке жидкокристаллических экранов. Плазменные дисплеи также являются разновидностью люминесцентных ламп.

Светодиодные технологии освещения благодаря эффективному расходу электроэнергии и простоте конструкции нашли широкое применение в светильниках, прожекторах, светодиодных лентах, декоративной светотехнике и даже в компактных осветительных приборах — ручных фонариках. Светодиодные осветительные приборы подразделяются на уличные и интерьерные. Сегодня их применяют для подсветки зданий, автомобилей, улиц и рекламных конструкций, фонтанов, тоннелей и мостов. Данное освещение используют для подсветки производственных и офисных помещений, домашнего интерьера и мебели. Светодиодное освещение применяется в светотехнике для создания дизайнерского освещения в специальных современных дизайн-проектах. Надежность светодиодных источников света позволяет использовать их в труднодоступных для частой замены местах (встроенное потолочное освещение, внутри натяжных потолков и т. д.). Декоративная светодиодная подсветка в основном применяется для праздничной иллюминации, например, в новогоднем украшении — светодиодной гирлянде. В период праздников (в большей степени новогодних) их можно увидеть на улицах городов: украшают деревья, фасады зданий и другие уличные объекты. По мнению специалистов, будущее осветительных приборов благодаря их яркости и энергоэкономичности за светодиодными светильниками.

Как замена существующим традиционным системам освещения, в ходе работы была разработана интеллектуальная система светоди-

одного освещения жилых помещений. Данная схема позволяет управлять светодиодным освещением (включение/выключение, изменение яркости). При этом управление может про-

изводиться как автоматически (по присутствию человека), так и ручным способом, посредством механических или сенсорных выключателей или дистанционных пультов. Данные систе-

мы пока не имеют широкого распространения. Но в скором времени они займут достойное место в освещении жилых помещений, заменив галогенные лампы и накаливания.

Литература и использованные источники информации

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике, 3-е издание. — М.: Энергия, 2006. — 972 с.
2. EcoRussia.info Медиа-ресурс.
3. Гончаров, А.Д., Лукаш, В.С., Юрченко, В.И. Прогноз динамики развития светодиодных источников света // Материалы 7-го совещания: Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России. — Томск, 2006.
4. ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования.
5. ГОСТ 12.1.046. Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок.
6. ГОСТ 21.608. Система проектной документации для строительства. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи.
7. ГОСТ ИСО 8995. Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений.
8. ГОСТ 24940. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
9. http://www.индикаторLUMILEDSLXM3-PW51_Справочникиндикаторов.htm.
10. <http://www.index.php.htm>.
11. <http://www.kren5a.htm>.
12. <http://www.uec025.htm>.
13. <http://www.Всеосветодиодахитолькоосветодиодах,обовсем,чтоснимисвязано.Светодиоды,толькосветодиоды!html>.
14. <http://www.НоваясериямощныхсветодиодовотPhilipsLumileds.htm>.
15. <http://www.p133534-svetodiody.html>.
16. <http://www.tovar.html>.
17. <http://www.st.com>.
18. <http://www.svetotronica.ru>.
19. <http://www.LPV-20-SPEC-2011-03-09>
20. Бойко, В.И. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры. — СПб.: БВХ-Петербург, 2004. — 464 с.
21. Предко, М.Н. Руководство по микроконтроллерам. Том 1, 2. / Пер. с англ. под ред. Шагурина И.И., Лужанского С.Б. — М.: Постмаркет, 2001.



**Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Научно-проектно-производственное
республиканское унитарное предприятие
«Стройтехнорм»**

**РУП «Стройтехнорм» - базовая организация
Минстройархитектуры в области технического
нормирования, стандартизации и сертификации
в строительстве - предлагает инженерные услуги
по принципу «Одного окна»:**

**-постановка строительной продукции на производство
(консалтинг, сопровождение всех необходимых процедур,
разработка документации и др.);**

**-полномасштабное информационное обеспечение
в области технического регулирования в строительстве
и по различным направлениям научно-технического прогресса,
а также продвинутая реклама.**

**Выгодные условия, нестандартные подходы,
квалифицированные специалисты.**

**Подробности на сайте www.stn.by
или по тел. (+ 375 17) 290-73-24;
моб. (+375 29) 614-54-83 (Король Олег Михайлович).**

ЭКСКЛЮЗИВ