

Фотореле с нестандартным алгоритмом для светодиодной лампы

Александр Одинец (a_odinets@tut.by, г. Минск, Беларусь)

В статье рассмотрен улучшенный вариант фотореле, полностью исключая ложные срабатывания от посторонних засветок и необходимость оптической изоляции фотодатчика. Автомат дополнен фотодиодным усилителем и супервизором питания, что необходимо для повышения устойчивости работы в условиях нестабильности напряжения питающей сети.

Общие сведения

Существующие конструкции фотореле с классическим (стандартным) алгоритмом требуют оптической изоляции фотодатчика посредством расположения фотодиода на удалении от коммутируемой лампы, что требует дополнительной проводки. Чтобы устранить указанный недостаток, фотореле необходимо дополнить таймером с интервалом отсчёта 20...30 минут. При этом в процессе

работы лампа будет кратковременно выключаться на десятые доли секунды и затем включаться вновь, при условии, если уровень внешней освещённости оказывается ниже заданного порога (в тёмное время суток). После достижения освещённости порогового уровня в момент очередного выключения лампы фотореле переходит в ждущий режим до момента снижения уровня внешней освещённости до порогового уровня.

По сравнению с базовой версией [1], предназначенной для работы со светодиодной лампой, данный вариант фотореле дополнен фотодиодным усилителем и супервизором питания, который улучшает сброс таймера в исходное состояние и полностью исключает ложное 20-минутное включение в светлое время суток в случае длительных провалов напряжения в питающей сети, что особенно актуально для сельской местности.

В отличие от второй версии фотореле с нестандартным алгоритмом, рассмотренной в [2], и предназначенной для совместной работы с лампой накаливания, данный вариант фотореле предназначен для работы именно со светодиодной лампой и не содержит фазоимпульсного регулятора яркости. Мощность светодиодной лампы не должна превышать 10 Вт. Предлагаемое фотореле монтируется непосредственно в корпусе светильника. При этом излучение коммутируемой лампы должно падать непосредственно на фотодиод для нормальной работы устройства.

Схема и принцип работы

Схема электрическая принципиальная фотореле показана на рис. 1. Фотореле содержит:

- стабилизатор и фильтр питания на элементах R1, R2, VD1...VD3, DA1, C1...C5;
- фотодиодный усилитель на транзисторах VT3, VT4;
- супервизор питания на транзисторах VT5...VT7;
- две RC-цепочки сброса на элементах C6, R12 и C7, R26;
- генератор прямоугольных импульсов на основе триггера Шмитта DD1.4;
- счётчик-делитель на 2048 на ИМС DD2;
- схему сдвига уровня на транзисторах VT1 и VT2 и коммутирующий симистор VS1.

При первом включении питания в светлое время суток фотореле включает лампу на 2 секунды, а затем переходит в режим ожидания до момента снижения уровня освещённости до заданного порога. При первом включении в

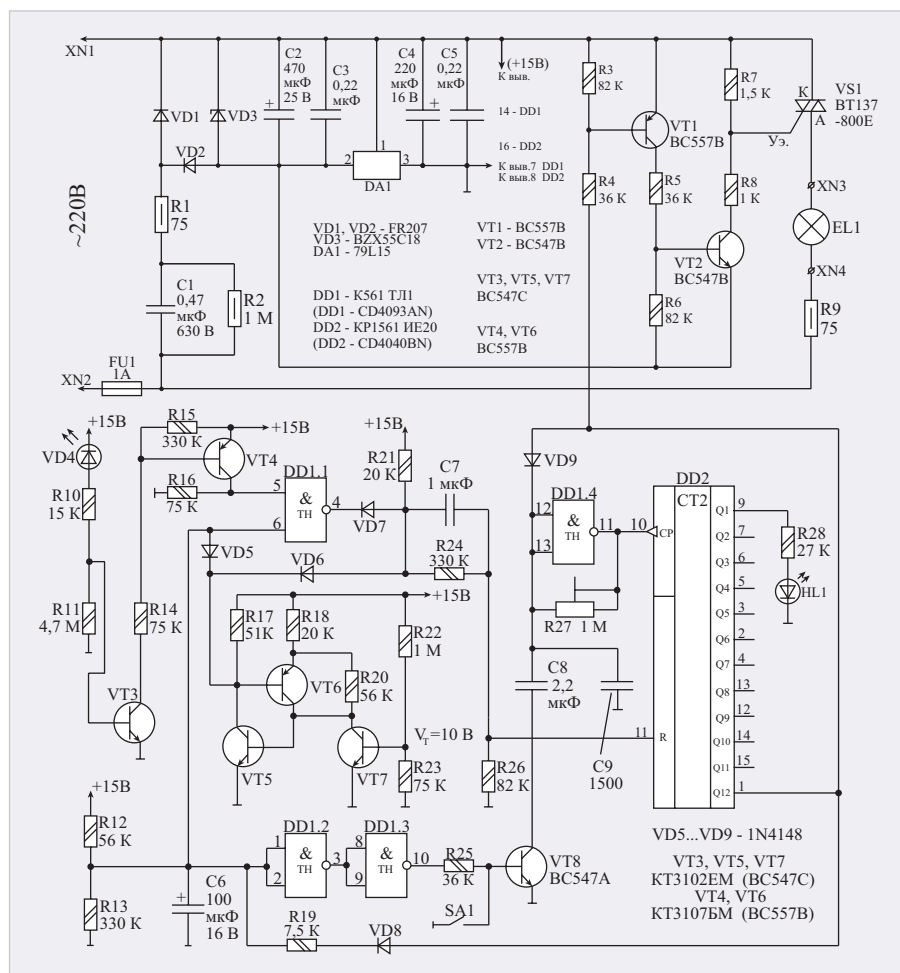


Рис. 1. Фотореле с нестандартным алгоритмом для светодиодной лампы. Схема электрическая принципиальная

тёмное время суток лампа также включается на 2 секунды, но затем фотореле переходит в нормальный рабочий режим с интервалом отсчёта таймера 20 минут до момента возрастания внешней освещённости до заданного порога.

Рассмотрим работу фотореле, считая, что оно было первоначально включено в светлое время суток. В начальный момент времени конденсаторы С6 и С7 разряжены. При подключении к сети питающее напряжение на выходе стабилизатора появляется не мгновенно, а нарастает от 0 до 15 В в течение десятых долей секунды. В это время срабатывает супервизор, собранный на транзисторах VT5...VT7, который формирует короткий отрицательный импульс при изменении питающего напряжения в пределах 1,5...10 В. Такой же отрицательный импульс формируется на выходе супервизора (на коллекторе VT5) и при снижении питающего напряжения от 10 до 1,5 В. В этом промежутке изменения питающих напряжений на выходе элемента DD1.1 поддерживается уровень лог. «1». Конденсаторы С6 и С7 остаются разряженными благодаря току через диоды VD5 и VD6. После достижения питающим напряжением уровня 10 В и выше транзистор VT7 супервизора открывается, а VT6 и VT5 закрываются. Диоды VD5 и VD6 закрываются и на дальнейшую работу схемы влияния не оказывают. Конденсатор С6 начинает заряжаться через резистор R12, а левая по схеме обкладка конденсатора С7 оказывается подключённой к напряжению источника питания через резистор R21. Теперь конденсатор С7 начинает заряжаться через резистор R26, и на его правой по схеме обкладке формируется короткий импульс положительной полярности, который сбрасывает счётчик DD2 в исходное нулевое состояние.

На выходе старшего разряда счётчика DD2 появляется уровень лог. «0», который разблокирует генератор на элементе DD1.4. На счётном входе счётчика появляются прямоугольные импульсы, увеличивающие его состояние. Светодиод HL1 при этом светится постоянно. Одновременно уровень лог. «0» через резистор R4 открывает транзистор VT1, а вслед за ним открываются транзистор VT2 и симистор VS1, что приводит к включению светодиодной лампы.

После достижения счётчиком DD2 2048-го состояния на выходе его старшего разряда появляется уровень лог. «1», который через цепочку

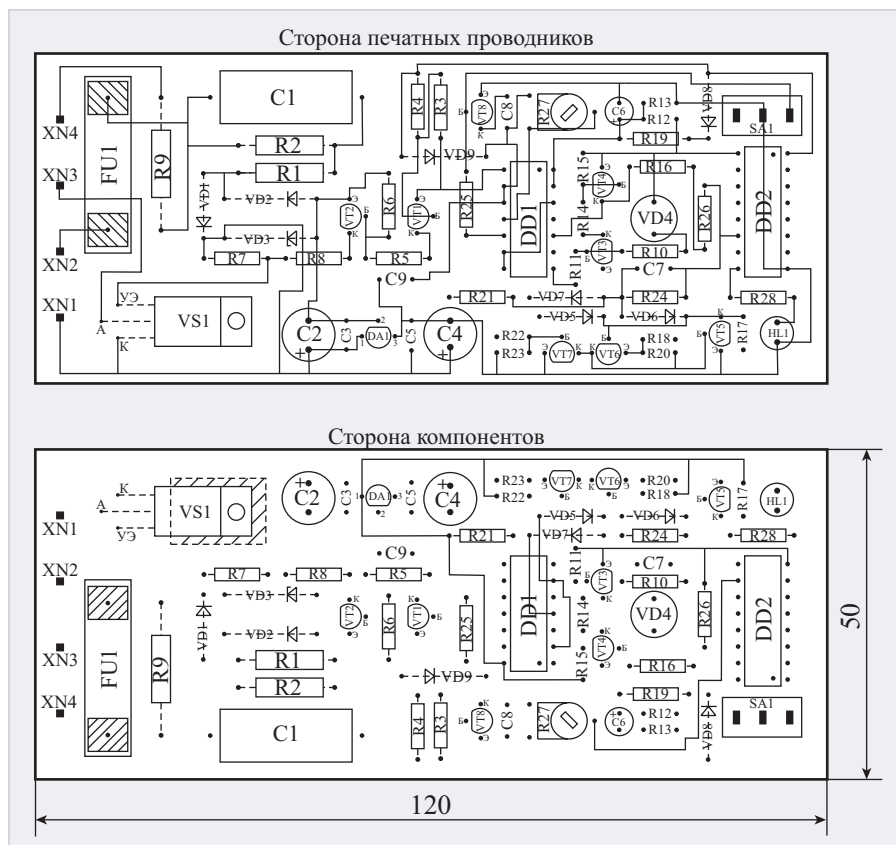


Рис. 2. Фотореле с нестандартным алгоритмом для светодиодной лампы. Рисунок печатной платы

ку VD8-R19 быстро заряжает конденсатор С6 и устанавливает на выходе DD1.3 уровень лог. «1». Транзистор VT8 открывается и подключает нижний по схеме вывод конденсатора С8 к общему проводу. Благодаря этому следующий запуск генератора произойдёт уже на частоте около 2 Гц. Одновременно уровень лог. «1» закрывает транзисторы VT1, VT2 и симистор VS1; лампа при этом выключается.

Как отмечено выше, излучение лампы должно быть направлено на фотодиод VD4. Если уровень внешнего освещения при выключении лампы окажется достаточно высоким (в светлое время суток), то перезапуска таймера не произойдёт, и лампа останется в выключенном состоянии. При этом фотодиод VD4 будет засвечен, и сопротивление его перехода будет относительно невысоким, а транзисторы VT3 и VT4 будут оставаться в открытом состоянии и на верхнем по схеме входе элемента DD1.1 будет поддерживаться уровень лог. «1».

При снижении уровня внешней освещённости до заданного порога сопротивление перехода фотодиода VD4 возрастет настолько, что транзисторы VT3 и VT4 закроются, и на верхнем по схеме входе элемента DD1.1 будет сформирован уровень лог. «0». Соответственно на выходе DD1.1 будет сформирован

положительный перепад напряжения, который, дифференцируясь цепочкой С7-R26, обнулит счётчик DD2 и разблокирует генератор на логическом элементе DD1.4. Как отмечено выше, генератор заработает на частоте около 2 Гц и таймер начнёт обрабатывать выдержку около 20 мин (точное значение 17 мин 4 с при частоте вспышек светодиода 1 Гц).

После завершения выдержки вышеописанный процесс повторится: лампа погаснет на доли секунды и включится вновь при условии, если уровень внешней освещённости окажется ниже заданного порога (в тёмное время суток). Так будет повторяться с интервалами 20 минут до тех пор, пока уровень внешней освещённости в момент очередного выключения лампы не достигнет заданного порога (на рассвете или в светлое время суток). При этом перезапуска таймера не произойдёт, и лампа будет оставаться в выключенном состоянии до момента уменьшения уровня внешней освещённости до заданного порога.

Конструкция и детали

Фотореле собрано на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм размерами 120×50 мм (рис. 2). Пла-

та устанавливается в пластмассовую разветвительную коробку подходящих размеров. В крышке коробки необходимо предусмотреть отверстия для фотодиода и переключателя SA1.

В устройстве использованы постоянные резисторы типа МЛТ-0,5 (R1, R2, R9), подстроечный (R27) — типа СПЗ-386 в горизонтальном исполнении, остальные — МЛТ-0,125, конденсаторы неполярные типа К73-17 (C1), остальные — К10-17, оксидные типа К50-35 или импортные, интегральный стабилизатор DA1 — типа 79L15. ИМС К561ТЛ1 заменяема на КР1561ТЛ1 или импортные аналоги CD4093AN или CD4093BN, а КР1561ИЕ20 — на CD4040BN. Транзистор VT3 в фотодиодном усилителе должен быть с максимальным коэффициентом усиления, например, из серии КТ3102 с индексами «ГМ» или «ЕМ» или импортный BC547C. Транзисторы VT2, VT5, VT7 могут быть из серии КТ3102 с любыми индексами, например, «БМ» или «ВМ» или импортные BC547A, BC547B. Транзисторы VT2, VT4, VT6 могут быть из серии КТ3107 с любыми индексами или импортные из серии BC557. Транзистор VT8 может быть из серий КТ503 или КТ3102 с любыми индексами. Стабилитрон VD3 может быть с напряжением стабилизации 18...22 В, например, BZX55C20, BZX55C22, BZX85C18 или


аналогичный. Фотодиод использован типа ФД263. Диоды VD1, VD2 средней мощности должны быть с минимально допустимым рабочим напряжением не менее 400 В. Диоды VD5...VD9 могут быть любыми маломощными кремниевыми из серий КД503, КД521, КД522, 1N4148 или аналогичные. Для распайки переключателя SA1 типа П1Т-1-1В на плате предусмотрены отверстия соответствующей конфигурации. Симистор VS1 может быть из серий ВТ137, ВТ138, ВТ139 с рабочим напряжением не менее 400 В. Симистор в радиаторе не нуждается. Он фиксируется на плате с помощью винтового соединения. Для этого на плате предусмотрено отверстие диаметром 3 мм.

Настройка фотореле заключается в установке требуемого времени выдержки с помощью резистора R27. При настройке лампы EL1 направляют на фотодиод и подключают автомат к сети в **основном** режиме при показанном на схеме положении переключателя SA1. Подстроечным резистором R27 добиваются мигания светодиода с частотой около 1 Гц. Затем фотореле отключают от сети (!) и переводят в **сервисный** режим переключением SA1 в нижнее по схеме (замкнутое) положение. Лампа должна быть направлена на фотодиод, а уровень внешнего освещения должен

быть минимальным (как в тёмное время суток). Автомат вновь подключают к сети и теперь при низком уровне внешней освещённости контролируют кратковременное погасание и включение лампы с периодом около 2 секунд. Далее с помощью вспомогательного источника света (например, другой лампы или фонарика) освещают фотодиод. Мигание лампы EL1 должно прекратиться, и она должна оставаться в выключенном состоянии. Затем фотореле переводят в **основной** рабочий режим (**при отключённой сети!**) переключением SA1 в верхнее по схеме (разомкнутое) положение. На этом настройка завершена. Фотореле готово к работе.

Внимание! При настройке устройства необходимо помнить о соблюдении правил техники безопасности. Конструкция не имеет гальванической развязки от сети переменного тока! Все элементы находятся под напряжением ~220 В. При настройке устройства необходимо использовать отвёртку с ручкой из изоляционного материала.

Литература

1. *Одинец А.Л.* Фотореле с нестандартным алгоритмом // Электрик. 2013. № 11.
2. *Одинец А.Л.* Фотореле с нестандартным алгоритмом и функцией таймера // Современная электроника. 2016. № 6. 

НОВОСТИ МИРА

Китай становится экспортёром интеллектуальной собственности для всего мира: за год там выдали рекордные 700 тыс. патентов

Глава Китайской национальной администрации интеллектуальной собственности сообщил, что в 2021 году в стране выдано 696 000 патентов на изобретения, что на 30% больше по сравнению с 2020 годом.

Это «смещает инновации на Восток», констатировало высшее должностное лицо в данной сфере. Не менее важно, что Китай продолжает наводить порядок в области использования интеллектуальной собственности, чем привлекает иностранный бизнес и технологии.

Помимо количества Китай не забывает о качестве патентов. В 2021 году в среднем на 10 тыс. патентных заявок было подано 7,5 патента с «высокой ценностью» (high-value patents). Это патенты, за которыми стоит государственная премия в области науки и техники или патентная премия Китая. В 2021 году число таких «ценных» патентов было

почти в два раза больше, чем в 2017 году.

«Китай показал хорошие результаты по многим сегментированным показателям. <...> Это говорит о том, что Китай превращается из импортёра интеллектуальной собственности в крупного создателя интеллектуальной собственности», — сказал глава патентного управления Шэнь Чаньюй (Shen Changyu).

За последние пять лет Китай умножил усилия по превращению в страну с богатой интеллектуальной собственностью. За этот период было выдано свыше 2,53 млн патентов на изобретения, а среднегодовой темп роста составил 13,4%. Признают это и за рубежом. В глобальном инновационном индексе Всемирной организации интеллектуальной собственности Китай занял 12-е место, поднявшись туда с 22-го места, которое он занимал в 2017 году. Тем самым Китай опередил в этом списке целый ряд развитых стран, включая Японию, Израиль и Канаду.

Другой рекордный показатель для Китая — это подача в 2021 году в стране 69 500 международных патентных заявок через Договор о

патентной кооперации. Это также самый высокий показатель в мире, который фиксируется третий год подряд. Это означает, что инновационная активность в Китае самая сильная на планете и с 2019 года выше, чем в США.

Эффективность использования прав интеллектуальной собственности также растёт. Если в 2019 году добавленная стоимость патентоёмких отраслей составляла 11,6% ВВП Китая, то в 2020 году она поднялась до 12% и достигла 12,13 трлн юаней (\$1,86 трлн). К 2025 году этот показатель должен подняться до 13%.

Наконец, в этом году Китай присоединился к Гаагской системе международной регистрации промышленных образцов, что означает, что после 5 мая, когда правила вступят в силу, иностранные граждане смогут получить в Китае международную защиту промышленных образцов. Это и другие инициативы должны привести к тому, что к 2035 году страна станет сильнейшей державой с соблюдением прав интеллектуальной собственности со своей спецификой и мировыми стандартами.

russianelectronics.ru

НОВОСТИ МИРА

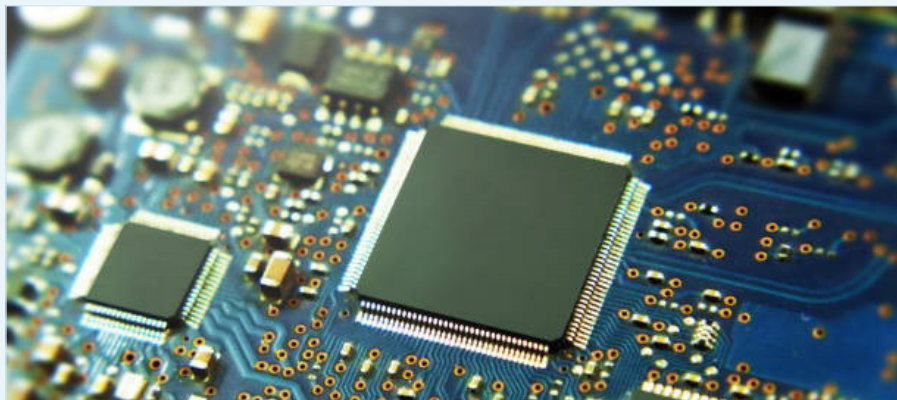
Учёный рассказал об успехах России в производстве микроэлектроники

В России приступили к строительству завода для производства современных процессоров 28 нм и разрабатывают фотолитографы. Об этом рассказал кандидат технических наук, доцент кафедры телекоммуникационных систем НИУ МИЭТ Александр Тимошенко 28 апреля в комментарии ИА Красная Весна.

«Сейчас в России полностью отлажено производство по технологиям уровня 90 нм, есть наработки по 65 нм. Если переводить в термины потребительской электроники, то это уровень процессоров 2005–2008 годов», – рассказал Тимошенко.

По его мнению, маловероятно, что в России станут массово производить подобные процессоры. Причины в том, что нет потребности в большом количестве технологически старых процессоров и нет достаточных производственных мощностей.

«Другое дело – это производство микроэлектронной продукции для отдельных компаний или под отдельные задачи, как, например, замена чипов для банковских и транспортных карт», – добавил учёный. Он



объяснил, что правительство Москвы оплатило изготовление чипов для карт на зеленоградском «Микроне».

«Сейчас уже идёт строительство завода на 28 нм, кроме того, развивается проект по созданию кластерных фабрик, где можно изготовить отдельные микросхемы», – рассказал эксперт. По его словам, невозможно в короткий срок заменить всё иностранное оборудование для создания отечественных интегральных схем. Отрасль слишком долго нуждалась в экономической поддержке, пояснил эксперт.

Часть технологического оборудования для микроэлектроники уже разрабатывается в России, отметил Тимошенко.

«В конце прошлого года Зеленоградский нанотехнологический центр (ЗНТЦ) начал разработку одного из ключевых типов оборудования для производства микроэлектроники, фотолитографа», – рассказал эксперт. Он добавил, что современные фотолитографы сейчас изготавливаются только в Нидерландах (ASML) и Японии (Nikon и Canon).

«Кроме того, разработкой безмасочного фотолитографа для технологии 28 нм в этом году занялись специалисты Московского института электронной техники (МИЭТ)», – подвёл итог кандидат технических наук.

rossaprimavera.ru

Учеными ЛЭТИ синтезированы новые композитные материалы для СВЧ-электроники будущего

В Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) – сокращённо СПбГЭТУ «ЛЭТИ» – рассказали о синтезировании новых композитных материалов для СВЧ-электроники будущего. Как отметили в вузе, количество информации, переданной посредством беспроводной связи, во всём мире возрастает с конца XIX века, когда учёные сделали новаторские открытия в сфере телекоммуникаций. Внёс вклад в передачу данных с помощью электромагнитных сигналов и выдающийся российский исследователь, создатель радио и первый выборный директор СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Александр Попов.

Сегодня больше всего распространены системы радиосвязи, радиовещания, навигации и спутниковой связи, действующие на частотах, которые не превышают несколько ГГц. Между тем необходимость увеличения объёма передаваемых данных заставляет учёных искать пути для перехода на более сверхвысокие частоты (СВЧ), что



требует новых материалов и компонентной базы для производства. В ЛЭТИ получили композитный материал для создания СВЧ-электроники будущего.

В его состав входит силикатное стекло (KFeSi) и классический сегнетоэлектрик – титанат бария (BaTiO₃). Смешивая данные материалы в различных пропорциях, можно синтезировать композит с заданными электрическими свойствами – диэлектрической проницаемостью и потерями. Помимо этого, свойства сегнетоэлектрика позволяют управлять проницаемостью композита, напри-

мер, внешним электромагнитным полем, – рассказали в вузе.

Низкий уровень диэлектрических потерь и высокая управляемость разработанных материалов позволят в будущем на их основе создать такие СВЧ-устройства, как фазовращатели, конденсаторы с переменной ёмкостью, фазированные антенные решётки и управляемые фильтры.

В конце прошлого месяца также стало известно о спроектированной учёными ЛЭТИ компактной и энергоэффективной ячейке памяти для квантового компьютера.

industry-hunter.com