

ОСОБЕННОСТИ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ СХЕМОТЕХНИКИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОЙ ТЕХНИКИ

Особенности питания светодиодов

Практически все основные характеристики светодиодного светильника зависят от ИП.

При разработке ИП приходится решать комплекс задач связанных с получением необходимой величины тока, её стабильности, пульсаций, энергоэффективности, обеспечением теплового режима, требований по электромагнитной совместимости, электробезопасности и т.п.

Светодиодные светильники дорогие, поэтому критерием выбора того или иного решения, как правило, является отношение цена/качество.

Значением и качеством выходного тока ИП оказывает непосредственное влияние на большинство светотехнических характеристик:

- Производители светодиодов указывают срок службы до 100000 часов. ИП, который разрабатывается для светодиодного светильника, должен иметь аналогичную надежность для соответствия заявленному сроку службы.
- Светодиоды относятся к энергосберегающим технологиям. При этом полупроводниковое освещение имеет пока что достаточно высокую потребительскую стоимость. Экономя на преобразовании электроэнергии, используя ИП с более высоким КПД, можно повысить общую эффективность системы и снизить тем самым затраты.
- ИП является устройством, которое подключается к сети 220 В/50 Гц. От того, как он будет выполнен, в первую очередь будет зависеть электробезопасность всего устройства в целом.
- В светильнике единственным устройством, способным влиять на электромагнитную обстановку, является импульсный ИП. Поэтому от него, будет зависеть общая ЭМС изделия в целом.
- ИП должен соответствовать условиям эксплуатации светильника, для которого он разрабатывается (температурный диапазон, класс IP защиты).

Нормативные документы, регламентирующие требования к ИП

Для ИП подключаемого к сети имеется ряд нормативных документов, которые регламентируют требования к ним:

Стандарты в России	Наименование
ГОСТ Р МЭК 60065-2005	Требования безопасности.
ГОСТ Р 51318.14.1-2006	Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений. (ЭМС).
ГОСТ Р 51317.3.2-2006	Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы измерений. (ЭМС)
ГОСТ Р 51317.4.5-99	Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.

Пульсации светового потока

Поскольку ИП оказывает существенное влияние на большинство параметров светильника, то при разработке необходимо учитывать и требования для светового оборудования. Светодиод - прибор безынерционный, он мгновенно обрабатывает все изменения тока, протекающего через него. И если ИП имеет какие-то пульсации напряжения, они создают в светодиодах пульсации тока, которые превращаются в пульсации светового потока.

Нелинейность ВАХ светодиода приводит к непропорциональности пульсаций напряжения пульсациям тока. Пульсация напряжения в 4% создаёт пульсацию тока до 10%.

Пульсации светового потока регламентируются нормативным документом **СанПиН 2.2.1 2.1.1.2585-10** «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». В этом документе определены коэффициенты пульсаций в зависимости от функционального назначения помещения, это 10%, 15% и 20%.

Наиболее жесткие нормы 5% в **СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03** «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»

Наличие или отсутствие гальванической развязки от сети

Прямого запрета на использование ИП с гальванической связью с первичной сетью нет.

Имеется регламентирующий документ **ГОСТ МЭК 60 598-1-99** «Светильники. Общие требования и методы испытаний». Первичная сеть - это 220 В/50 Гц, для неё светильники подразделяются на три класса по защите от поражения электрическим током.

В светильниках, выполненных по классу I электробезопасности, защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией и дополнительным защитным заземлением. В этом случае изоляция светильника испытывается при напряжении 1,5 кВ.

В светильниках, выполненных по классу II электробезопасности, защита от поражения электрическим током обеспечивается не только основной, но и путем применения двойной или усиленной изоляции и который не имеет устройства для защитного заземления. Испытательное напряжение уже имеет величину 3,75 кВ.

В светильниках, выполненных по классу III электробезопасности, защита от поражения электрическим током обеспечивается применением безопасного сверхнизкого напряжения питания (БСНН). Испытательное напряжение составляет всего 500 В.

Если в ИП нет гальванической развязки, то один из выводов светодиода будет непосредственно связан с входной (220 В) клеммой светильника.

У светодиодов имеются площадки, через которые отводится тепло. Зазор между ними и выводом светодиода очень мал - 0,3...0,5 мм.

В качестве радиатора используется корпус светильника, т.е. площадка теплоотвода имеет электрический контакт с корпусом.



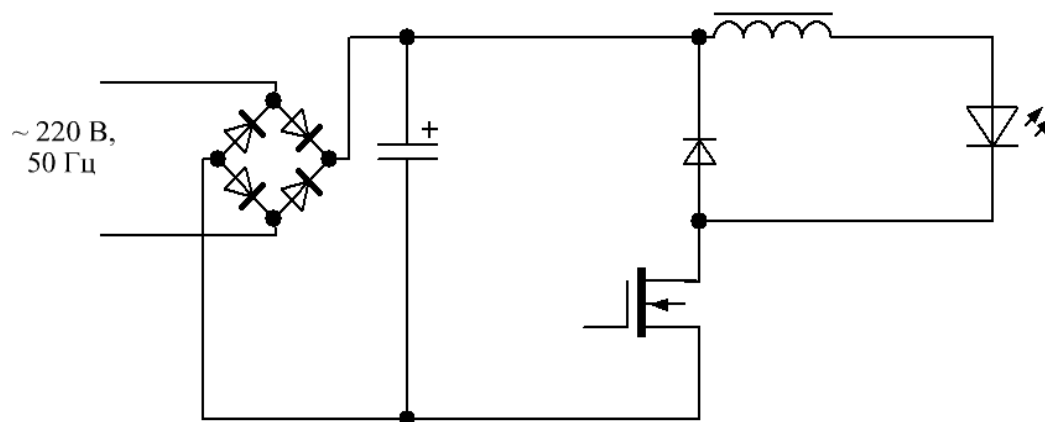
Светодиоды можно устанавливать как на печатные платы (ПП), изготовленные из стеклотекстолита, так и на платы с алюминиевым основанием. При условии применения ПП из стеклотекстолита эти доли миллиметра и будут составлять расстояние между корпусом светильника и входной клеммой, и ни о каких 1,5 кВ в данном случае речи идти не может - этот промежуток пробьется уже при нескольких сотнях вольт.

Если светодиод устанавливается на алюминиевую печатную плату, то этого избежать можно. Производители для плат на металлическом основании гарантируют на свой материал напряжение пробоя 1,5...3 кВ.

Источники питания, имеющие гальваническую развязку от первичной электросети, предпочтительны с точки зрения электробезопасности и более простой конструкции светильника.

Ещё один довод в пользу ИП с гальванической развязкой.

Источники без развязки строятся по схеме понижающего регулятора.



При пробое силового транзистора на светодиоды попадёт напряжение сети и светодиоды придут в негодность.

А стоимость светодиодов значительно превышает стоимость ИП.

Коррекция коэффициента мощности

Допустимый уровень гармонических составляющих тока определен в **ГОСТ Р 51317.3.2-2006** «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе).

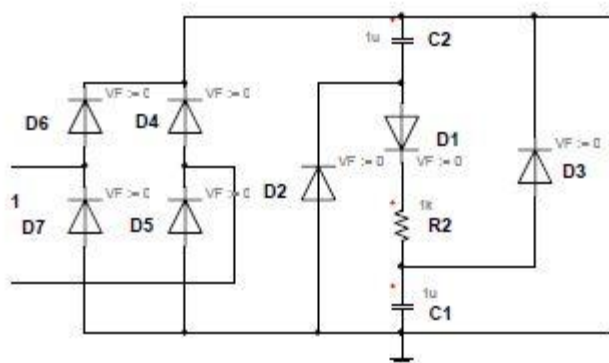
Все оборудование делится на четыре класса: «А», «В», «С» и «D». Класс «С» - это ИП светового оборудования.

Граница разделения по эмиссии гармонических составляющих в приборах этого класса определяется потребляемой активной мощностью и составляет 25 Вт.

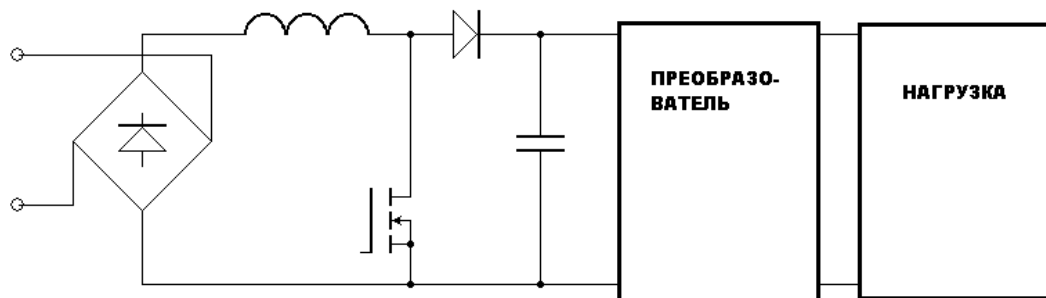
В США три градации до 8Вт, от 8Вт до 25Вт, свыше 25Вт.

Для выполнения требований по эмиссии гармонических составляющих в приборах с потребляемой мощностью более 25 Вт в схему ИП в большинстве случаев приходится вводить коррекцию мощности с коэффициентом 0,8...0,99.

Коррекция коэффициента мощности может быть выполнена на пассивных элементах (пассивная коррекция)



Или с использованием специальной микросхемы (активная коррекция).



Наибольшее применение находят схемы с активной коррекцией мощности. Подобные схемы позволяют получить КМ до 0,99.

Основная особенность ИП для светодиодного оборудования

Основная особенность ИП для светодиодного оборудования заключается в том, что это источник стабильного тока.



Однако наша компания начала с производства источников напряжения для светодиодов серии БПН на мощности 30Вт, 60Вт, 100Вт, 200Вт и 300Вт.

А вопрос ограничения тока через светодиоды заказчики решали самостоятельно.

Источники тока на мощности 10-18Вт, 30-40Вт, 60-80Вт и 100-120Вт

Собственно говоря, до тех пор, пока на рынке не было мощных осветительных светодиодов, не было и источников тока для них. Соответственно с их появлением были разработаны источники тока, которые в настоящий момент наша компания и производит. Линейка источников тока включает в себя:



ИП с мощностями 10-18Вт

ИП с мощностями 30-40Вт



ТУ 6390-121-40039437-11



ИП с мощностями 60-80Вт

ИП с мощностями 100-120Вт



ТУ 6390-121-40039437-11

Значения токов производимых источниками могут быть от 120 мА до 4 А.

Достоинства:

- мягкое переключение без применения дополнительных элементов, как следствие минимальные радиопомехи требующие лишь «легкого» ЕМІ-фильтра на входе, высокий КПД, т.к. потери на переключение практически отсутствуют и возможность применять в выходном выпрямителе распространенные дешевые диоды с умеренным временем восстановления;
- высокая частота преобразования минимизировала размеры ИП и позволила отказаться от применения электролитических конденсаторов (кроме одного высоковольтного на входе пока) и тем самым повысило срок службы;
- предельная простота, минимальное количество элементов и только один заказной элемент (трансформатор), следовательно высокая надёжность и минимальная цена комплектующих;
- оригинальная схемотехника выходного каскада стабилизации тока и ограничения выходного напряжения обеспечивает точность и повторяемость в серийном производстве не требуя регулировочных операций;
- все элементы поверхностно монтируемые, что позволяет свести к минимуму участие человека в изготовлении и тем самым снизить себестоимость ИП.

Схема источников тока мощностью 30-120Вт

В ИП мощностью от 30 до 120Вт требуется коррекция мощности. ИП с активной коррекцией мощности может быть выполнен по однокаскадной схеме изолированного преобразователя (One-stage) или по двухкаскадной ККМ + ИПН. Какую же схему ИП с ККМ выбрать?

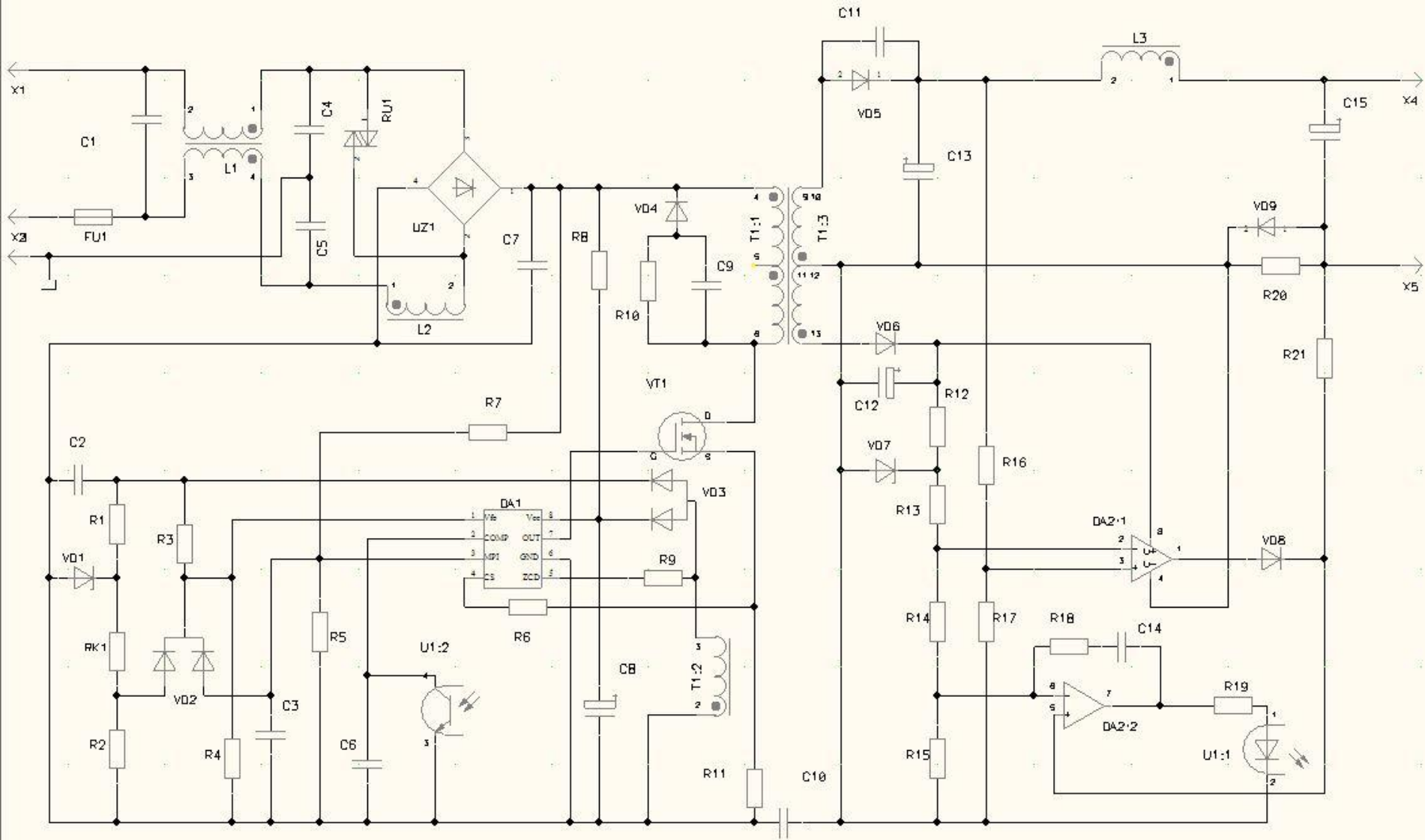
В однокаскадной схеме после ЕМІ-фильтра и выпрямителя нет фильтрующего электролитического конденсатора), а силовая часть – это обратноходовой одноконтурный преобразователь состоящая из силового транзистора, трансформатора, диода и электролитического конденсатора на выходе.

На входы схемы управления заводится информация о пульсирующем входном напряжении, о величине тока через первичную обмотку на этапе открытого состояния силового транзистора и обратная связь о выходном токе и напряжении. В итоге схема управления вырабатывает ШИМ-напряжение, которое воздействует на ключевой транзистор по определенному алгоритму.

Микросхемы корректоров мощности для однокаскадной схемы присутствуют в линейках продукции многих производителей, как: Texas Instruments (TI), ON Semiconductor (ON), STMicroelectronics (ST), Fairchild, Monolithic Power Systems, BCD Semiconductor и даже белорусского «Интеграла».

Большой выбор - маленькая цена и нет проблем с поставками.

В выпускаемых нами источниках используется однокаскадная схема



Особенности схемотехнических решений:

- Использование квазирезонансного переключения на границе разрывных токов при треугольной форме тока;
- Разработка минимального по габаритам входного ЕМI-фильтра с использованием только покупных распространенных деталей;
- Схемотехника выходного каскада стабилизации тока и ограничения выходного напряжения построена на самом дешевом и доступном сдвоенном ОУ LM358 и стабилитроне, но при этом обеспечивает точность и повторяемость в серийном производстве и стабильность в эксплуатации;
- Использование внутреннего усилителя микросхемы ККМ для построения комплекса защит, включающих защиту от длительных выбросов входного напряжения, тепловую защиту и защиту от обрыва обратной связи.

Основными положительными качествами схемы является наиболее простая схемная реализация, низкая стоимость, высокая надёжность и КПД.

Недостатком являются пульсации выходного тока с удвоенной частотой сети (100 Гц). Что не мешает получать в наших источниках пульсации тока в 6 – 10% в зависимости от исполнения.

Снижение пульсаций тока.

Для снижения пульсаций приходится применять двухкаскадные схемы.

Самая распространенная но сложная ККМ + DC/DC преобразователь.

Но сделать сложно – это просто, а вот сделать просто – это сложно.

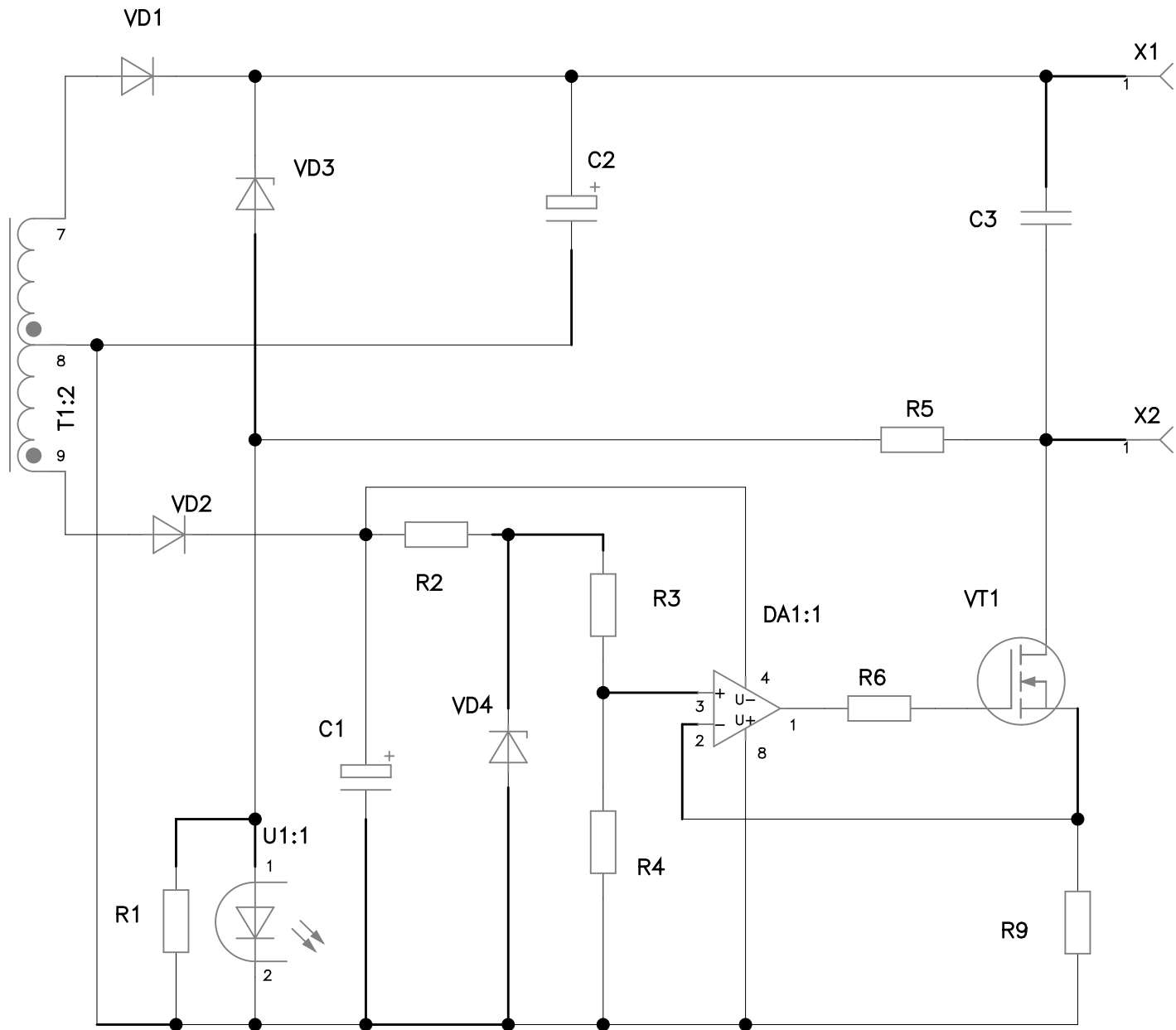
Мы применяем схему:

однокаскадный изолированный преобразователь с функцией ККМ + активный фильтр, работающий только на подавление пульсаций.

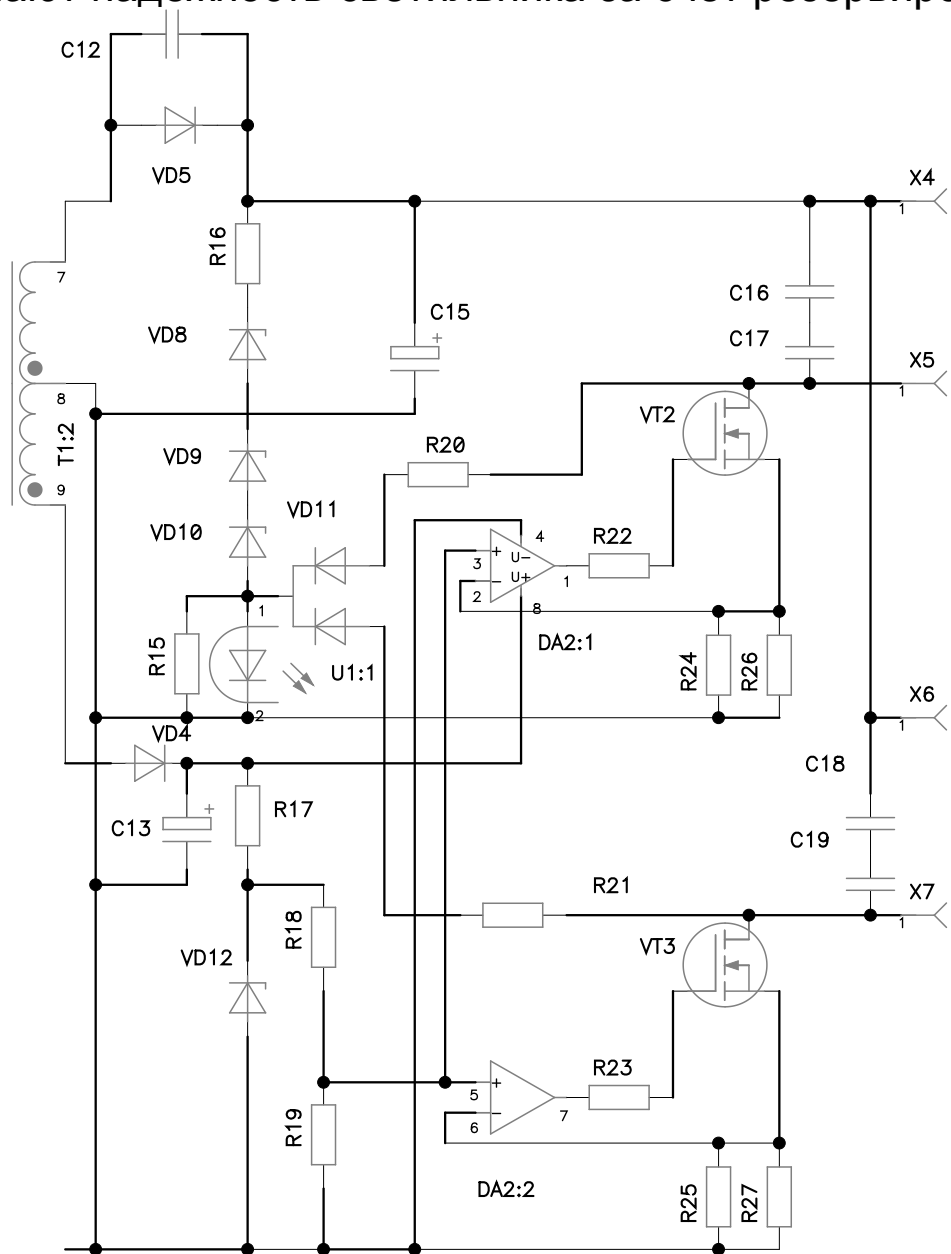
Для выходных токов до 0,5А используется простейший линейный активный фильтр.

Для токов от 0,7А релейный импульсный регулятор.

Простейший линейный активный фильтр



По этой же схеме удобно строить двухканальные и даже четырёхканальные ИП, которые повышают надёжность светильника за счет резервирования.



Схемы для управления светом и построения систем

Устройства первого уровня:

- диммирующие устройства;
- срабатывание в зависимости от освещенности;
- с датчиком движения;
- регулировка света пропорционально освещенности;

Устройства второго уровня:

- беспроводные регуляторы;
- интеллектуальные устройства сопряжения для поддержки протоколов типа DALI