Выбор схемы диммера (свето-регулятора)

Обзор диммеров.

По встраиванию в помещении разделяют два типа

1. Диммеры-выключатели

Это устройства, которые объединяют в себе коммутацию всей линии верхнего освещения и управления выходной мощностью, выдаваемой на эту линию. К достоинствам таких устройств следует отнести возможность управления встроенным освещением, на базе ламп накаливания или диммируемых светодиодных ламп. Диммеры-выключатели встраиваются в помещении путем монтажа. Чаще всего диммеры-выключатели устанавливаются как обычные выключатели света и имеют схожие размеры. Недостатком таких диммеров является неспособность данной системы работать со всеми типами ламп, например, при выборе ламп необходимо обращать внимание на совместимость работы с установленным в помещении диммером.

1. Диммеры-лампы

Это отдельные светодиодные лампы, внутри которых находится схема управления мощностью, выдаваемой на осветительный элемент. Управление такими лампами происходит при помощи пультов, и как следствие, необходимо управлять каждой такой лампой. К достоинствам такой лампы следует отнести 100% возможность диммирования, потому что ответственность за совместимость работы схемы управления и осветительного элемента производитель берет на себя. Такие диммеры устанавливаются в люстры и светильники. К недостаткам таких диммеров следует отнести возрастающую стоимость при оснащении ими всего помещения, то есть при покупке более 3-4 ламп.

По принципу работы выделяют

* Диммер на реостате
* Автотрансформаторный диммер
* Электронный диммер

Диммер на реостате – представляет из себя делитель напряжения с переменным резистором, что позволяет управлять выходным напряжением нагрузки. К достоинствам такой схемы следует отнести очевидную простоту реализации. К недостаткам относят отсутствие экономии электроэнергии, ведь энергия, не пошедшая в осветительный прибор, рассеивается на реостате, как следствие сильный нагрев устройства.

Диммер на автотрансформаторе – выдает чистый синус, но меньшей амплитуды, совместим со всеми типами ламп. Но из-за габаритов и сложности эксплуатации и стоимости не применяется.

Электронный диммер – состоит из симисторного или транзисторного ключей. Изменяет форму сигнала, но в большинстве случаев применим для осветительных элементов. Прост в эксплуатации и имеет сравнительно небольшие размеры. Таким образом, электронный диммер нашел широкое применение в бытовых и промышленных осветительных системах.

Так, для диммирования освещения в помещении использовалась схема электронного диммера. Далее под диммером будет подразумеваться именно электронный диммер.

По способу диммирования выделяют следующие схемы диммеров:

* Схемы фазового регулирования с отсечкой по переднему фронту
* Схемы фазового регулирования с отсечкой по заднему фронту (спаду)
* Схемы регулирования мощности с пропуском полуволн

Фазовое регулирование с отсечкой по переднему фронту (или коротко: диммирование по переднему фронту)

Диммирование по переднему фронту означает, что коммутация нагрузки будет осуществляться по прохождении некоторого времени не превышающем полупериод синусоиды напряжения сети с момента пересечения синусоиды напряжения сети. График, иллюстрирующий диммирование по переднему фронту представлен ниже



Схемы с диммированием по переднему фронту выполняются на симисторном или тиристорном ключах. Являются достаточно простыми в реализации. Основаны на коммутации мощной нагрузки переменного тока.

Ниже представлена схема диммера по переднему фронту, где управление мощностью на лампе осуществляется при помощи изменения сопротивления.



Напряжение на конденсаторе С3 нарастает согласно постоянной времени C3R3. Напряжение на С3 отпирает динистор V2. Динистор V2 подает импульс на открытие симистора V1. Симистор V1 остается открытым пока ток нагрузки (ток через симистор) не станет ниже тока удержания (характеристика симистора). Таким образом, чем больше сопротивление R3, тем через большее время от начала синусоиды напряжения сети произойдет коммутация цепи лампы.

Примечателен тот факт, что для перевода симистора в низкоомное (проводящее) состояния, необходимо подать короткий импульс тока на управляющий электрод. Симистор, переведенный в низкоомное состояние будет находится в нем, пока ток, протекающий через симистор, не станет меньше тока удержания (характеристики симистора). Резюмируя примечательную особенность поведения симистора в проводящем состоянии, можно сказать, что симистор отлично подходит для диммирования по переднему фронту, потому что будет закрываться сменой полярности напряжения сети в конце полупериода, и не подходит для реализации диммера по заднему фронту, потому что не способен закрываться, когда через него течет ток сети.

К достоинствам диммера по переднему фронту следует отнести:

1. Простоту реализации на симисторном или тиристорном ключе
2. Низкую стоимость конечного изделия
3. Способность к диммированию осветительных элементов

К недостаткам диммера по переднему фронту следует отнести:

1. Возможность использования вместе с таким устройством только ламп накаливания. Обычные светодиодные лампы не предназначены для диммирования, потому их схема питания основана либо на базе балластного (конденсаторного) блока питания, либо на простом импульсном понижающем преобразователе. В если в лампе установлен импульсный блок питания, то драйвер в лампе компенсирует колебания напряжения до оптимального рабочего тока светодиода, в случае конденсаторного блока питания, авто коррекции тока светодиодов не произойдет. В любом случае при понижении входной мощности светодиодной лампы, она сначала замерцает, затем погаснет, то есть не будет наблюдаться участок плавной регулировки тока светодиодной цепи.

Фазовое регулирование с отсечкой по заднему фронту (или коротко: диммирование по заднему фронту (спаду)

Диммирование по заднему фронту (спаду) означает, что сначала полупериода синуса напряжения сети нагрузка будет подключена к сети, но за время, не превышающее полупериод синуса, до окончания полуволны напряжения сети произойдет отключение нагрузки от сети. На следующем полупериоде коммутация нагрузки к сети будет снова восстановлена, пока снова не наступит время для отключения нагрузки от сети. График, наглядно иллюстрирующий процесс диммирования по заднему фронту (спаду) представлен ниже.



Схемы диммирования по заднему фронту (спаду) выполняются на транзисторных ключах. Являются более сложными в реализации, чем схемы диммирования по переднему фронту. Ниже представлена схема диммера по заднему фронту (спаду), выполненная на микросхеме TLC555 с управлением нагрузкой при помощи мощных MOSFET транзисторов, соединенных затворами и истоками.



Схему можно условно разделить на несколько частей, выполняющих разные функции. Так, например, диодный мост D3-D6, оптопара U2 и токоограничивающие сопротивления R7-R8 служат детектором перехода через ноль, и включают таймер U1. Таймер U1 выдает высокий уровень сигнала на выходе 3 около 12В. Высокий уровень сохраняется пока напряжение на С1 не станет около 8В, тогда произойдет переключение выхода таймера на низкий уровень. Время нарастания напряжения на конденсаторе C1 определяется постоянной времени С1VR1. Микросхема таймера U1 выходом 3 управляет двунаправленным ключом на мощных MOSFET Q1 и Q2, соединенных затворами и истоками. Ключ на MOSFET транзисторах коммутирует нагрузку при помощи внутренних диодов в MOSFET транзисторах: когда ток течет от нагрузки к нейтрали, то в случае если транзисторы открыты Q1 пропускает ток через канал, а Q2 пропускает через встроенный диод. (Смотри рисунок).

К достоинствам диммера по заднему фронту (спаду) можно отнести:

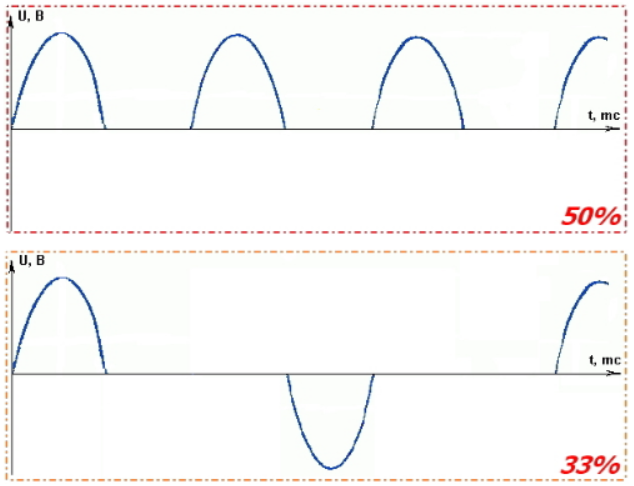
1. Низкую стоимость конечного изделия
2. Возможность управлять освещенностью как ламп накаливания, так и светодиодных ламп, предназначенных для диммирования. В отличии от диммера с фазовой регулировкой по переднему фронту диммер по заднему фронту (спаду) выдает напряжение формы, более благоприятной для блоков питания светодиодных ламп. Хотя по-прежнему обычные светодиодные лампы слабо поддаются диммированию из-за принципа работы блоков питания (оговаривалось в недостатках диммеров по переднему фронту), обычные светодиодные лампы меньше подвержены преждевременному износу при работе через диммер по заднему фронту. С появлением схем диммирования по заднему фронту (спаду) появилась возможность диммировать специальные светодиодные лампы с пометкой «диммируемые» (предназначенные для диммирования). У блоков питания таких светодиодных ламп установлена специальная схема детектирования среднеквадратичного значения входного напряжения, которая устанавливает напряжение в цепи светодиодов внутри лампы пропорционально входному среднеквадратичному значению напряжения. Таким образом, схема диммирования по заднему фронту показывает хорошие результаты как при работе с обычными лампами накаливания, так и со специальными светодиодными лампами, предназначенными для диммирования.

К недостаткам диммера по заднему фронту (спаду) стоит отнести:

1. Возросшую сложность электрической схемы по сравнению со светорегулятором по переднему фронту.

Регулирование мощности с пропуском полуволн

Пропуск полупериодов – способ диммирования, при котором нагрузка коммутируется при переходе синуса напряжения сети через ноль, но не на каждой полуволне, а только для определенных полуволн. Реализацию алгоритма пропуска волн берет на себя схема диммирования. График наглядно иллюстрирующий процесс регулирования выходной мощности представлен ниже.



Схемы