НЕДОКУМЕНТИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ подключения RGB контроллеров

Практическое руководство

1. Немного теории

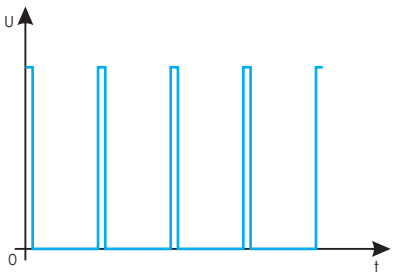
Абсолютное большинство RGB-контроллеров для светодиодных источников света, представленных на рынке, и все RGB-контроллеры, поставляемые на сегодняшний день под торговой маркой KONANlabs, осуществляют регулировку яркости светодиодов посредством широтно-импульсной модуляции. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, англ. Pulse-width modulation, PWM) - приближение желаемого сигнала (многоуровневого или непрерывного) к действительным дискретным сигналам (с двумя уровнями - вкл/выкл), так, что, в среднем, за определенный отрезок времени, их значения равны. Формально это можно записать так:

$$\int_{t1}^{t2} x(t)dt \qquad A * \quad T_i$$

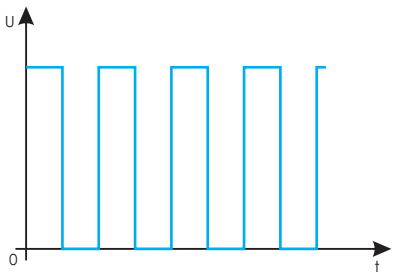
Автор руководства категорически не рекомендует читателю самостоятельно пытаться понять смысл этой формулы :). Суть процесса широтно-импульсной модуляции можно описать словами, понятными любому человеку, даже поверхностно знакомому с электротехникой.

Задача любого RGB-контроллера, как и любого диммера - плавное изменение видимой яркости источника света. Первые диммеры, служившие для регулирования яркости, например, театрального освещения, изменяли яркость свечения ламп путем изменения напряжения, подаваемого на лампу. Эти устройства были очень дорогими и громоздкими, поэтому с появлением полупроводниковой электроники был найден принципиально иной способ.

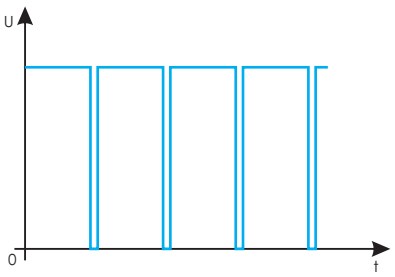
С точки зрения физики, видимая яркость источника света - это количество энергии, излучаемой источником за единицу времени. "За единицу времени" здесь - ключевая фраза. То есть, за одну секунду времени лампа, питаемая напряжением в 10% от максимального, и лампа питаемая максимальным напряжением, но включенным на 1/10 секунды, излучат одинаковое количество световой энергии. Конечно, если мы будем включать напряжение 1 раз в секунду, мы не увидим тускло горящую лампу - лампа будет мигать. Ну а если частота включения будет 1000, или хотя бы 100 раз в секунду - человеческий глаз не заметит мерцания, но субъективное ощущение яркости источника света будет меняться в зависимости от длительности каждого включения. Этот процесс наглядно представлен на графиках:



ширина импульса 10%



ширина импульса 50%



ширина импульса 90%

Чем больше ширина каждого импульса, тем больше энергии излучает источник света. Это и называется "широтно-импульсная модуляция". Именно по этому принципу построены все современные устройства регулировки мощности. Таким образом, обсуждаемые здесь RGB-контроллеры являются трехканальными ШИМ-диммерами.

2. От минуса к плюсу

Абсолютное большинство полноцветных светодиодных источников света, представленных на рынке, и все полноцветные светодиодные источники, поставляемые под торговой маркой KONANlabs, работают по схеме "общий анод". Это значит, что для трех каналов управления - красного, зеленого и синего (RGB) общим является плюсовой контакт. Каждый, кто хоть раз устанавливал и подключал полноцветную светодиодную ленту, помнит назначение ее контактов: "+", "R", "G", "B". Поскольку лента при работе постоянно запитана постоянным напряжением, можно сделать вывод, что функция контроллера в данном случае - замыкание контактов "R", "G" и "B" на минус источника питания. Замыкание это происходит несколько сотен раз в секуду, и длительностью каждого замыкания регулируется световой поток каждого цвета, воспринимаемый глазом как яркость свечения. Для более полного понимания принципа работы контроллера посмотрите на схему на следующей странице.

© 2010

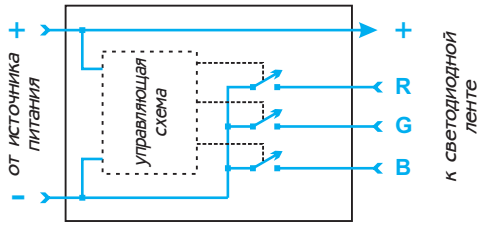


Рис. 1. Принцип работы ШИМ-диммера

Из принципа работы ШИМ-диммера следуют два очень важных вывода. Первый - ***напряжение***, питающее ленту, может вообще никак не касаться самого контроллера. Ведь он всего лишь замыкает контакты ленты на минус, а какое напряжение относительно минуса присутствует на ленте - это уже не его дело. CMOS-ключи, применяемые в таких контроллерах, как правило, рассчитаны на напряжение до 40 вольт, значит, контроллеры, работающие "только" с 12-вольтовой лентой, с легкостью могут управлять и 24-вольтовой. Тем не менее, автор не рекомендует использовать обычные контроллеры для питания источников света напряжением выше 24 В.

Практическое применение первого вывода - дешевый 12-вольтовый контроллер, управляющий дорогой 24-вольтовой лентой. А поскольку ограничивающим фактором для контроллера является ток, протекающий через CMOS-ключи - повышением напряжения мы можем без дополнительных затрат еще и удвоить полезную мощность контроллера. Для этого нам нужно не использовать плосовой выход контроллера, а запитать ленту от отдельного источника постоянного напряжения, соединив минус источника с минусом контроллера.
Единственный нюанс - для самого контроллера все-таки придется предусмотреть отдельный 12-вольтовый источник питания:

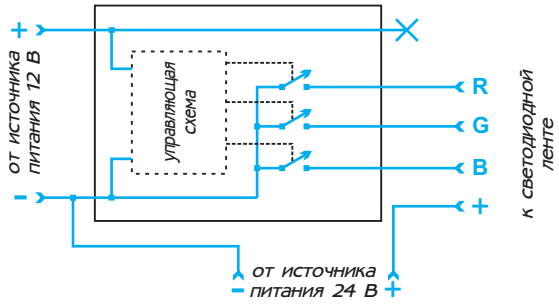


Рис. 2. Подключение отдельного источника питания

Второй вывод не менее важен. На работу контроллера никак не влияет ***количество*** источников питания, обеспечивающих ток, протекающий через CMOS-ключи. Предельный ток для многих контроллеров составляет 5А на канал, всего 15А на контроллер. Источник питания, могущий выдать такой ток, намного больше по размерам, чем сам контроллер, и это может создать определенные трудности при монтаже - зачастую предусмотреть пространство для полноразмерного источника питания с принудительным охлаждением просто не представляется возможным. Дешевые маломощные импульсные источники питания нельзя подключать параллельно (то есть, подключать-то можно, но вместо удвоения реальный прирост нагрузочной способности составит максимум 30%, описание физических основ этого явления выходят за рамки данной статьи). Наш вывод № 2 позволяет решить эту проблему лишь незначительным усложнением коммутации.

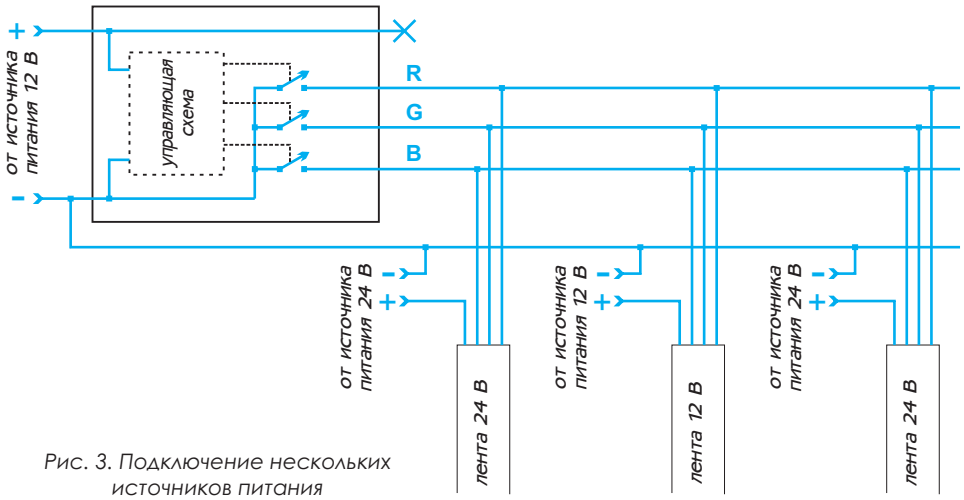


Рис. 3. Подключение нескольких источников питания

На этой схеме мы видим, что каждый источник питания нагружен лишь на свой отрезок светодиодной ленты, и только по минусовому проводу они объединены в единую цепь. Более того, как видно из схемы, один и тот же контроллер может управлять несколькими отрезками разной (с питанием 12 и 24 В) ленты одновременно!

3. Если все равно мало

Если после всех описанных выше ухищрений мощности контроллера все же не хватает, а все источники света в помещении должны работать синхронно, можно применить так называемый ШИМ-повторитель. Это устройство не имеет собственного процессора, оно лишь отслеживает импульсы замыкания на массу на входных контактах, и в соответствии с ними замыкает на массу собственные выходные контакты. Фактически, оно повторяет работу CMOS-ключей контроллера, что и отражено в его названии. Количество ШИМ-повторителей, подключаемых к одному контроллеру, теоретически не ограничено. На практике же ограничением является длина кабеля между контроллером и ШИМ-повторителем. Емкость кабеля приводит к тому, что ключи повторителя выключаются позже ключей контроллера, и источник света, управляемый повторителем, горит ярче, чем источники, питаемые контроллером. На практике при длине кабеля в несколько десятков метров все работает отлично. Подробное описание подключения ШИП-повторителя приведено в инструкции по эксплуатации этого устройства.

© 2010