Электронные балласты для люминесцентных ламп

В отличие от применяющихся для освещения десятки лет ламп накаливания, люминесцентные лампы обладают большей светоотдачей при меньшей потребляемой мощности, что делает их использование более предпочтительным для тех руководителей и хозяйственников, которые экономят каждую копейку. При постоянном дорожании энергоносителей это очень актуальный вопрос. А для России с ее климатическими условиями на себестоимость продукции влияют, в основном, две главных ее составляющих – тепло и электроэнергия.

На производстве для освещения чаще всего применяются люминесцентные лампы с дроссельно-стартерными пусковыми устройствами, которые обеспечивают их жесткий запуск. Броски тока через холодную нить накала снижают ресурс лампы и являются одной из основных причин выхода ее из строя. Ненадежным звеном является и газонаполненный стартер, хотя есть возможность его замены на электронный аналог. С научной точки зрения, процесс запуска и работы изучен хорошо. На основании этих исследований созданы и постоянно совершенствуются электронные балласты. Такие балласты обеспечивают мягкий запуск люминесцентной лампы, ее щадящую эксплуатацию. При этом ресурс работы лампы значительно увеличивается и превышает ресурс ламп накаливания.

Познакомимся с устройством балластов, выпускаемых компанией International Rectifier. Балласты выпускаются на основе гибридного драйвера балласта IR51H420, включающего в себя микросхему драйвера балласта IR2151 и два HEXFET транзистора с рабочим напряжением 500 В, соединенных полумостом (HEXFET – торговая марка силовых полевых КМОП-транзисторов компании IR).

Назначение балласта – управление люминесцентными лампами мощностью от 13 до 100 Вт. Балласты выпускаются на два входных напряжения – 110 В или 220 В. Причем при напряжении сети, равном 110 В, в балласте происходит удвоение напряжения. Рабочая частота программируется и может иметь значение от 27 до 43 кГц. Балласт обеспечивает мягкий запуск с предварительным прогревом катода. Имеется встроенная защита, предотвращающая выход балласта из строя при отсутствии лампы, обеспечивающая блокировку схемы при перегрузках и подавление радиопомех в полосе до 10 МГц, вызываемых работой балласта.

Принципиальная схема балласта представлена на рис.1.

Работу схемы можно условно разделить на три этапа:

- запуск задающего генератора; при этом напряжение, приложенное к лампе, меньше напряжения зажигания;
- предварительный прогрев; напряжение на лампе по-прежнему меньше напряжения зажигания, в течение определенного времени через катод протекает ток прогрева, и его сопротивление увеличивается в несколько раз;
- зажигание лампы; с изменением частоты задающего генератора происходит увеличение напряжения, приложенного к лампе, и она зажигается.

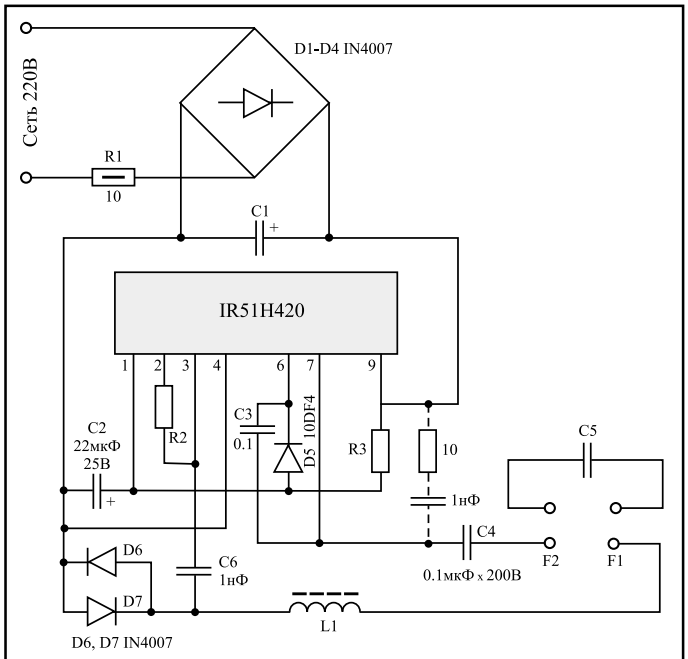

Рис. 1. Принципиальная схема электронного балласта

Каждому этапу соответствует своя определенная частота. Возможность синхронизации процесса работы позволяет применять компоненты со значительным разбросом параметров. Синхронизация также позволяет балласту компенсировать старение лампы и отклонение параметров элементов от номинала, вызванное изменением температурных условий работы балласта. Все это в целом обеспечивает надежное зажигание лампы при любых условиях эксплуатации. Включенные встречно-параллельно диоды 1N4001 формируют нулевой ток, обеспечивающий синхронизацию генератора на рабочей частоте последовательного резонанса цепи люминесцентной лампы.

На схеме указаны номиналы деталей, соответствующие применению люминесцентной лампы мощностью 13 Вт на напряжение 240 В. В табл. 1 приведены номиналы элементов, которые следует устанавливать при использовании ламп других мощностей. Данные элементов схемы, подключаемой к сети переменного тока напряжением 120 В, не приводятся. При напряжении сети 240 В применяется драйвер IR51H420 (13...26 Вт), а при напряжении 120 В – IR51H214 (до 18 Вт) или IR51H224 (до 30 Вт). RC-цепь, изображенная пунктиром, позволяет увеличить время переключения со 100 до 600 нс. Эта мера улучшает режим работы лампы, но приводит к сужению диапазона эффективного подавления радиопомех с 10 МГц до 400 кГц.

Конденсатор C1 должен иметь рабочее напряжение 450 В, C5 – 300 В и, кроме того, иметь диэлектрик из полипропилена.

Компания International Rectifier поставляет как отдельные драйвера для электронных балластов, так и собранные по технологии поверхностного монтажа сами балласты. Размеры печатной платы составляют 33x33 мм. Платы такого размера можно применять при использовании люминесцентных ламп мощностью до 26 Вт. Без изменения характеристик балласт работает в диапазоне температур от 25 до 105°С. Для ламп большей мощности дополнительно применяют предварительный фазовый регулятор с целью снижения уровня помех в соответствии со стандартом качества на силовые устройства IEC 555-2. Соответственно, размер печатной платы при этом увеличивается.

Описанный электронный балласт имеет низкую стоимость. Его удобно применять как при изготовлении светильников и настольных ламп, так и для изготовления ламповых панелей под стандартный патрон для ламп накаливания, что позволит в будущем осуществить переход на применение люминесцентных ламп. Длительный срок службы таких ламп при использовании балласта облегчит проблему их утилизации.

Дмитрий Хрусталев,
pierce_arrow@mtu-net.ru

Таблица 1

Мощность лампы, Вт	Номинал конденсатора сетевого фильтра C1, мкФ	Амплитуда отклонения напряжения, В	Резонансная цепь лампы			
			L1, мГн	C5, мкФ	R2, кОм	Рабочая частота, кГц
13	10	35	2,56	0,01	9,9	40
18	10	40	2,56	0,01	12,6	36
18	22	20	1,85	0,01	9,6	43
22	22	22	1,85	0,01	13,8	33
26	22	25	1,85	0,01	17,3	27