

Рекомендации по проектированию компактных пускорегулирующих устройств на базе микросхемы IR51H420

Борис Омаров

bomarov@glasnet.ru

Фирма International Rectifier (IR) предлагает решение задачи снижения затрат на проектирование компактных пускорегулирующих устройств (ПРУ) и сокращения времени, необходимого для вхождения на рынок с новой продукцией. Это достигается за счет использования семейства новых гибридных интегральных схем производства IR.

Базовая принципиальная электрическая схема ПРУ приведена на рис. 1. Ее особенностями являются:

- возможность управления 13-ваттной компактной флуоресцентной лампой;
- напряжение питания 110 или 220 В;
- высокая рабочая частота (34 кГц);
- «мягкий» старт с предварительным подогревом катодов (45 кГц);
- защита при отключении лампы;
- защита от выбросов напряжения с автоматическим перезапуском.

Функциональное описание

Принципиальная схема (рис. 1) построена на основе гибридного драйвера для ПРУ IR51H420, который включает в себя ИС IR2151 и два 500-вольто-

вых МОП-транзистора второго топологического поколения, включенных по полумостовой схеме. При входном сетевом напряжении, равном 120 В (клеммы AC1 — N), оно выпрямляется и удваивается, чтобы обеспечить напряжение на внутренней шине около 300 В. При входном напряжении сети 220 В (клеммы AC1 — AC2) оно только выпрямляется, но не удваивается, обеспечивая тот же уровень. Номинал стартового резистора R2 выбирается так, чтобы ток был достаточным для запуска внутреннего генератора ИС IR51H420, но недостаточным для поддержания постоянной генерации. При таком ограничении мощность, рассеиваемая на резисторе R2, незначительна. Схема накачки заряда СЗН, состоящая из конденсатора C10 и диодов D5 и D6, включена так, что когда IR51H420 самовозбуждается, СЗН генерирует ток, повышая напряжение на управляющем выводе Vcc. В случае если флуоресцентная лампа отключена от схемы, разрывается цепь зарядки конденсатора C10. Это ведет к снижению напряжения на выводе Vcc схемы IR51H420. Когда напряжение на нем падает ниже отрицательного порога срабатывания, генерация в ней прекращается. С этого момента напряжение на выводе Vcc начинать возрастать, и, когда оно станет выше положительного порога срабатывания, ИС IR51H420 возобновляет генерацию. Если лампа все еще отключена, то схема СЗН не сможет выполнить свою функцию, и, следовательно, напряжение на выводе Vcc снова упадет ниже значения напряжения отрицательного порога срабатывания. Устройство будет находиться в таком состоянии либо до выключения питания, либо пока не будет подключена лампа. Если же лампа будет вставлена в разъем, то она загорится.

Чтобы увеличить срок службы лампы и обеспечить ее «мягкий» запуск, ее катоды должны предварительно подогреваться, так как их сопротивление в «горячем» состоянии в три-четыре раза выше, чем в «холодном». Предварительный подогрев катодов обеспечивается использованием трехступенчатого запуска лампы. Каждая ступень соответствует определенной рабочей частоте. Старт генератора проис-

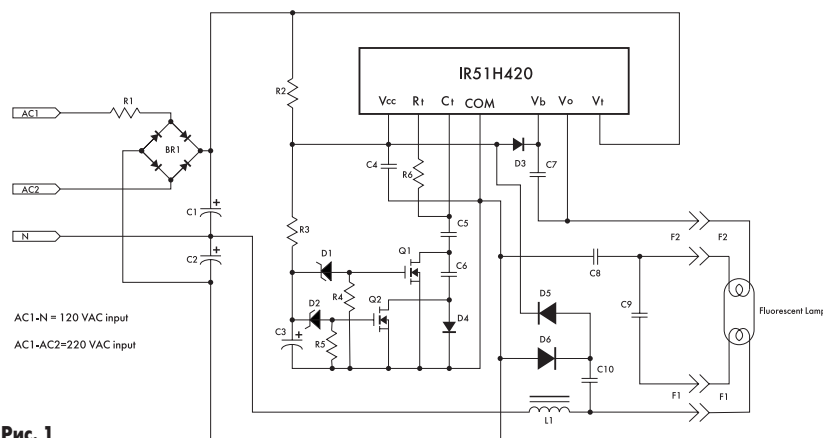
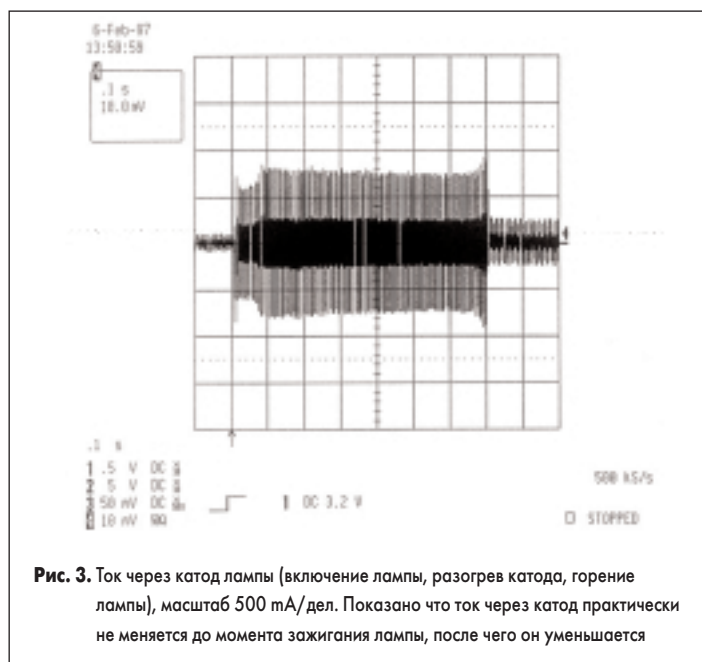
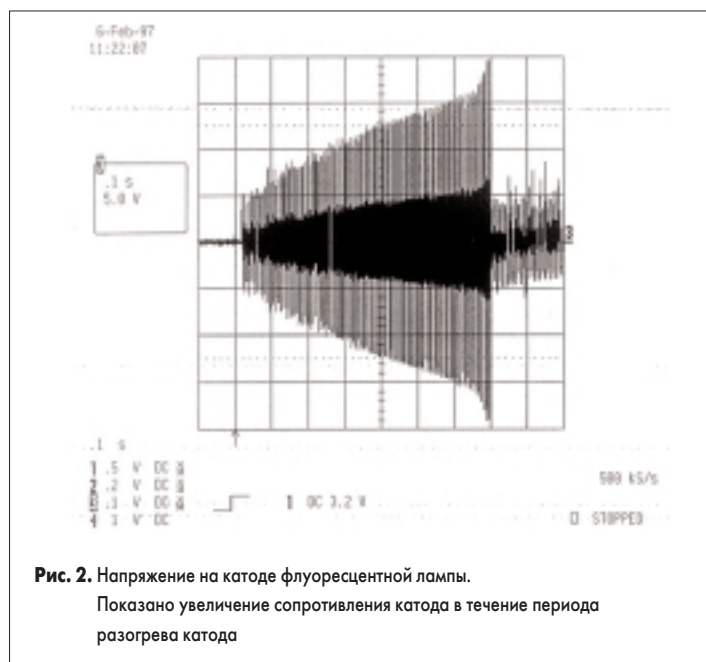


Рис. 1



ходит на частоте, близкой к резонансной частоте LC-контура, образованного индуктивностью L1 и конденсатором C9. В результате начальное напряжение, приложенное к лампе, будет ниже напряжения ее зажигания. Частота на второй ступени запуска ниже первой и подобрана так, чтобы импульс тока через катоды лампы имел достаточную длину для их разогрева за время, в течение которого напряжение на лампе поддерживается ниже напряжения зажигания. На третьей ступени

запуска частота генератора достигает заданного значения. На этом этапе напряжение на лампе становится достаточно большим для зажигания дуги. Резонансная частота схемы сдвигается еще ниже. Ток через лампу ограничен индуктивностью L1.

Изменение частоты осуществляется переключением конденсаторов, используемых для задания частоты генерации. Эти конденсаторы переключаются путем закорачивания их с помощью МОП-транзисторов,

Таблица 1

Обозначение	Описание	Количество	Тип	Изготовитель
U1	ИС	1	IR51H420	IR
Q1, Q2	Полевой транзистор	2	IRMLM2402	IR
BR1	Мост выпрямительный	1	DF10S	IR
C1, C2	10 мкФ / 250 В	2	ECE-A2EU100W	PANASONIC
C3	1 мкФ / 50 В	1	ECE-A50Z1	PANASONIC
C4	2,2 мкФ / 50 В	1	ECE-A50Z2R2	PANASONIC
C5	1000 пФ	1	ECU-U1H102KBP	PANASONIC
C6	3300 пФ	1	ECU-U1H332KBP	PANASONIC
C7	0,1 мкФ / 50 В	1	ECU-V1H104KBP	PANASONIC
C8, C10	470 пФ / 1 КВ	1	102S43N471KV4E	JOHANSON DIELECTRIC
C9	0,01 мкФ / 630 В	1	MKP10	WIMA
R1	1,0 Ом, 1/2 ВА	1	1.0H-ND	YAGEO
R2	240 кОм, 1/2 ВА	1	240 KQBK-ND	YAGEO
R3, R4	1 МОм, 1/8 ВА	1	ERJ-8GEY105	PANASONIC
R5	2,2 МОм, 1/8 ВА	1	ERJ-8GEY225	PANASONIC
R6	20 кОм, 1/8 ВА	1	ERJ-8GEY203	PANASONIC
D1	7,5 В стабилитрон	1	BZT52-C7V5DICT-ND	DIODES INC
D2	3,9 В стабилитрон	1	BZT52-C3V9DICT-ND	DIODES INC
D3	400 В быстрый диод	1	10BF40	IR
D4, D5, D6	Диод	1	1N4148	DIODE INC
L1	2,5 мГ	1	9677142009	FAIR-RITE

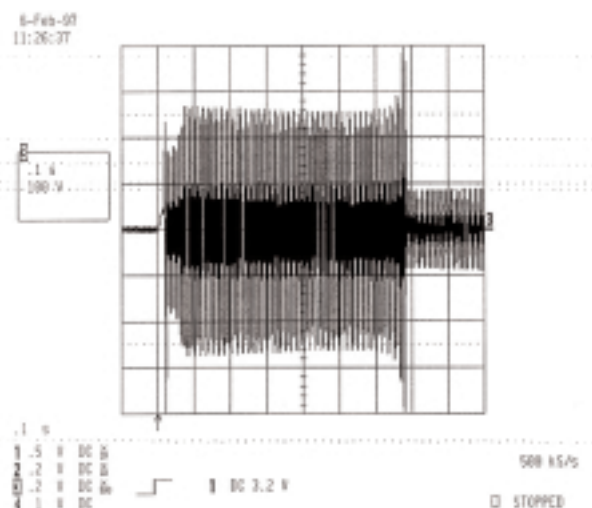


Рис. 4. Напряжение на лампе (включение лампы, разогрев катода, горение лампы). Показано соотношение напряжений на лампе в течение разогрева лампы, в момент зажигания и в режиме горения

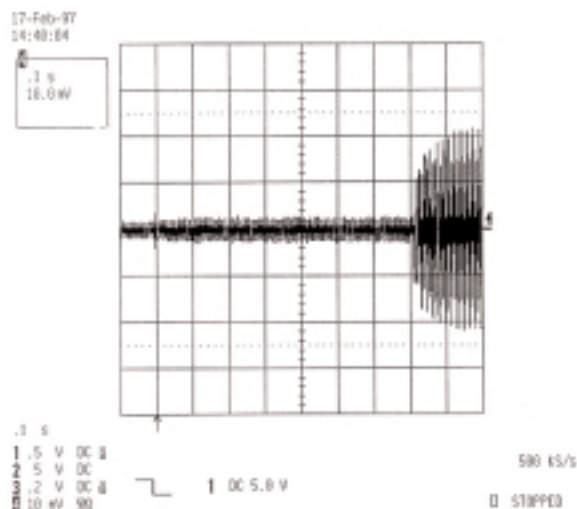


Рис. 5. Ток через лампу (включение лампы, разогрев катода, горение лампы) (масштаб 200 мА/дел). Показан ток через лампу в период разогрева катода и после зажигания

включающихся в различные моменты времени. Частота разогрева определяется по формуле :

$$f_{un} = \frac{1}{1.4(R6)(C5)}$$

Длительность режима разогрева определяется RC-цепочкой R3C3 и напряжением на диоде Зенера D1. Когда напряжение на C3 достигнет значения, равного падению напряжения на D1, происходит включение Q1, конденсатор C6 закорачивается, и частота сдвигается до значения, определяемого по формуле:

$$f_{ph} = \frac{C5+C6}{1.4(R6)(C5)(C6)}$$

Номиналы компонентов схемы, приведенные в табл. 1, были подобраны для 13-ваттной компактной флуоресцентной лампы, имеющей сопротивление катода в холодном состоянии порядка 4 Ом. Если используется лампа с другим сопротивлением катодов, то номиналы компонентов, определяющих частоту предварительного подогрева, должны быть изменены. Схема ПРУ была испытана при температуре окружающей среды от +25 до +105 °С и имела небольшие вариации рабочих характеристик.

Типы ИС, рекомендуемых для применения на различные напряжения питания и мощности флуоресцентных ламп, приведены в табл. 2.

1. Набор ИС драйверов для полумостовых схем включает IR2101, IR2102, IR2103, IR2104, IR2151, IR2152, IR2153, IR2154. Используйте две последние цифры в маркировке ИС драйвера для замены символов «xx» в обозначении ИС ПРУ.

2. Буква «Н» в обозначении ИС ПРУ указывает, что гибридная схема содержит управляющую ИС драйвера и полумостовую ключевую схему на МОП ПТ.

Буквы «HD» указывают, что гибридная схема ПРУ содержит управляющую ИС драйвера, полумостовую ключевую схему на МОП ПТ и диод.

Фотографии осциллограмм в различных точках схемы приведены на рис. 2–6.

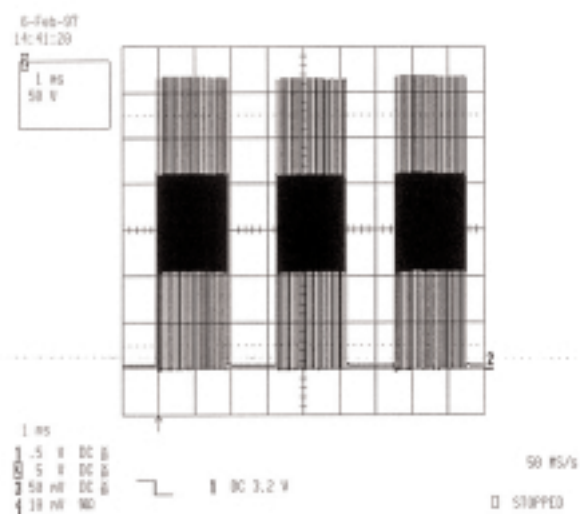


Рис. 6. Напряжение на выходе полумостового ключа при отключенной лампе

Таблица 2

Тип ИС ПРУ	Максимальное напряжение, В	Сопротивление ключа ИС в открытом состоянии при 25 С, Ом Rds(on)	Параметры лампы
IRxxH214, HD214	250	2,0	110 VAC, 5–15 Вт
IRxxH224, HD224	250	1,1	110 VAC, 15–25 Вт
IRxxH737, HD737	300	0,75	110 VAC, 25–35 Вт
IRxxH310, HD310	400	3,6	220 VAC, 5–15 Вт
IRxxH320, HD320	400	1,8	220 VAC, 15–25 Вт
IRxxH420, HD420	500	3,0	220 VAC, 10–20 Вт