

НПО "ИНТЕГРАЛ". МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ

Для источников питания широко используются линейные стабилизаторы, импульсные стабилизаторы, или DC/DC-конвертеры, а также микросхемы управления, или AC/DC-конвертеры [1]. Вниманию читателей предлагается краткий обзор развития микросхем управления импульсными источниками питания на примере ИМС производства НПО "Интеграл".

Импульсные источники питания применяются в бытовой, промышленной и специальной аппаратуре. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с нерегулируемыми источниками – прежде всего, более высокий коэффициент полезного действия (КПД) и меньшие габариты. Структурная схема стандартного импульсного источника питания с питанием от сети переменного тока приведена на рис.1 [2]. Прерыватель источника питания преобразует входное напряжение частотой 50 или 60 Гц в высокочастотное напряжение (обычно 20–500 кГц). Он включает в себя выпрямитель сетевого напряжения, ИМС управления импульсным источником питания со схемой обрания и встроенным или наружным мощным транзистором. Высокочастотное напряжение преобразуется импульсным трансформатором в напряжение требуемой величины, затем выпрямляется и сглаживается. Стабилизация выходного напряжения достигается за счет широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Изменяя время включения мощного выходного МОП-транзистора, можно регулировать энергию, передаваемую в нагрузку, и, следовательно, значения выходных напряжений. Основное преимущество импульсного источника питания – отсутствие громоздкого и массивного низкочастотного трансформатора. Трансформаторы, работающие на частоте 20 кГц и более, имеют в несколько раз меньшие габариты и массу, чем низкочастотные. В последнее время в качестве регуляторов в импульсном источнике питания используются микросхемы управления – ШИМ-контроллеры или микросхемы для AC/DC-конвертеров.

В табл.1 приведены основные характеристики ИМС управления импульсными источниками питания, разработанные в НТЦ "Белмикросистемы" НПО "Интеграл". Кристаллы ранних разработок (1L494, 1LA4605-2, 1LA3842A, 1LA3844)

А.Белоус, д.т.н., С.Ефименко, к.т.н, В.Сякерский, С.Шведов, М.Бобровницкий

изготовлены по биполярной технологии. Они не имеют высоковольтных блоков. Напряжение питания – 7–40 В. Собственный ток потребления ИМС в рабочем режиме – 16–50 мА, рабочая частота определяется внешней RC-цепью.

Кристаллы ИМС новых разработок, предназначенные для управления импульсными источниками питания (серии 1L44608XX, 1L7XX, 1LP223, 1LP233, 1LY266), реализованы по БиКДМОП-технологиям. Максимальное напряжение питания повышается до 500–700 В, значения собственного тока потребления ИМС в рабочем режиме снижаются до 0,32–4 мА. Наличие высоковольтных транзисторов в составе кристалла ИМС позволяет снизить собственное потребление источника питания, уменьшить количество элементов обвязки ИМС, упростить плату источника питания и снизить ее стоимость. Каким образом это достигается? Запуск стандартной низковольтной микросхемы ШИМ-контроллера обеспечивает выпрямленное напряжение высоковольтного моста через высокоомный (40–100 кОм) резистор [3], а дальнейшее питание микросхемы – выпрямленное напряжение со вторичной обмотки импульсного трансформатора. При этом резистор, который производит запуск ИМС, подключен к микросхеме, и в рабочем режиме через него течет ток. Поэтому источник питания рассеивает дополнительную мощность, равную $P=U^2/R$. При напряжении в сети переменного тока $U=220$ В и $R=50$ кОм значение дополнительной рассеиваемой мощности составляет 0,968 Вт. Новые ИМС вместо резистора имеют высоковольтный стартовый источник тока, который подключают к высокому напряжению. Он "запускает" мик-

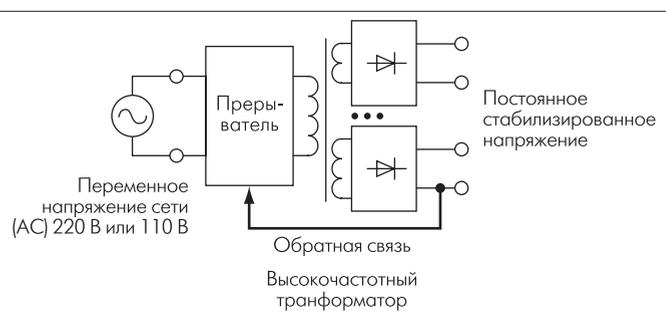


Рис. 1. Структурная схема импульсного источника питания



ИМС управления импульсными источниками питания

ИМС	Напряжение питания U_{cc} , В	Ток потребления, мА	Частота работы, кГц	Обратная связь по току	Дополнительные функции					Технология
					Защита от перегрева кристалла (ОТР)	Мягкий старт	"Зеленый режим"	Входной выходной транзистор	Выходной мощный транзистор	
IL494	7–40	≤50	1–300*	–	–					Биполярная
ILA4605-2, КР1087ЕУ1	7,5–15,5	≤16	10...100*	–	+	+				Биполярная
ILA3842A IL3844	12–25	≤17	10–500*	+	–					Биполярная
IL44608N40	≤500В при запуске, 6,6–15 В рабочее	≤3,6	40±4	+	+		+	+		БикДМОП
IL44608N75		≤4,0	75±7							
IL44608N100		≤4,5	100±10							
IL710 (в разработке)	30–700	1–4	90	+	+	+	+	+	+	БикДМОП
IL711 (в разработке)	30–700	1–4	90	+	+	+	+	+	+	БикДМОП
IL713 (в разработке)	30...700	1–4	90	+	+	+	+	+	+	БикДМОП
ILP223 (в разработке)	36–700	1,1–1,6	100	+	+			+	+	БикДМОП
ILP233 (в разработке)	36–700	1,0–2,0	132/66	+	+	+	+	+	+	БикДМОП
ILY266 (в разработке)	50–700	0,32	132	+	+		+	+	+	БикДМОП

* Частота определяется внешней RC-цепью.

росхему и отключается, ток через него не течет и рассеиваемая мощность равна нулю.

В новых ИМС реализована обратная связь по току, т.е. силовой ключ выключается, когда ток первичной обмотки трансформатора достигает порогового значения, задаваемого выходным сигналом усилителя ошибки. Кристаллы ИМС IL710, IL713, IL223, IL233, IL266 имеют встроенный мощный выходной транзистор, который является внешним для других микросхем. В ряде ИМС реализован "зеленый режим" – собственный ток потребления микросхемы уменьшается в режиме малой нагрузки (см. таблицу).

Остановимся более подробно на характеристиках ИМС управления импульсными источниками питания, выпускаемых НПО "Интеграл".

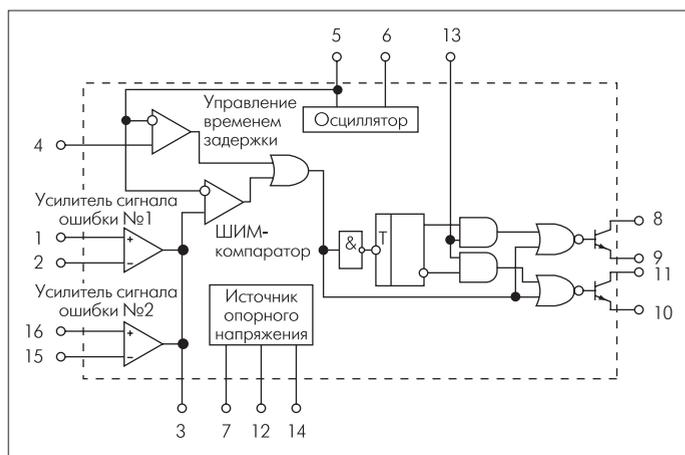


Рис.2. Функциональная схема ИМС IL494

Микросхема IL494 работает на основе ШИМ-модуляции при фиксированной частоте, скважность выходных прямоугольных импульсов меняется двумя управляющими сигналами. Коэффициент заполнения выходного сигнала составляет от 0 до 45%. Два выходных каскада схемы функционируют как в двухтактном, так и в параллельном режимах. Частота импульсов определяется внешними резисторами и конденсаторами и может меняться в пределах от 1 до 300 кГц (рис.2).

Основные конструктивные особенности и функции микросхемы:

- ИМС ШИМ-контроллера реализована по классической схеме;
- имеется выбор режима работы выходных каскадов;
- рабочая частота до 300 кГц, определяется внешней RC-цепью.

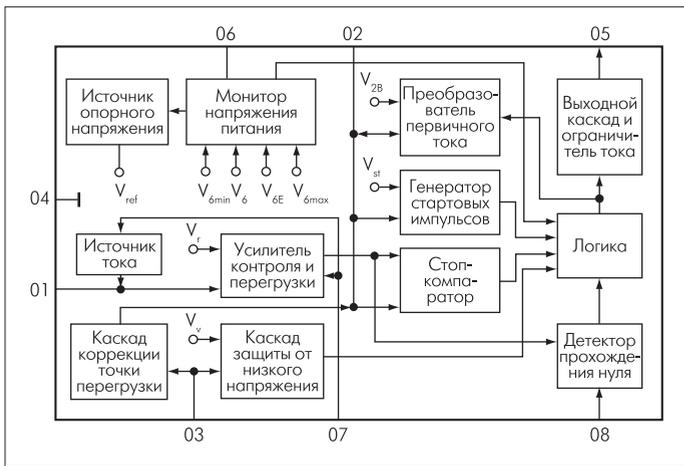


Рис.3. Функциональная схема ИМС ILC4605-2

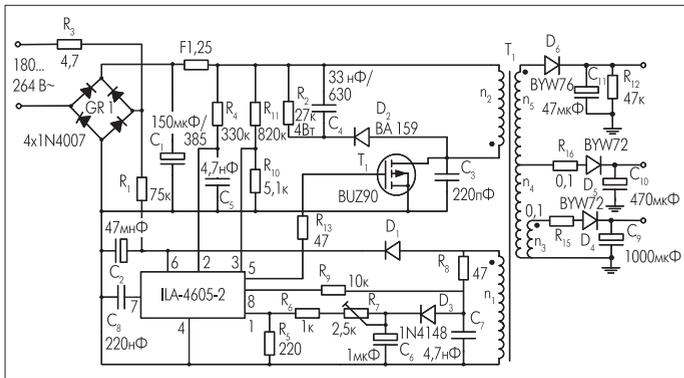


Рис.4. Электрическая схема источника питания на базе ИМС ILC4605-2

Микросхема ILC4605-2 работает на основе ШИМ-модуляции и позволяет изменять скважность выходных прямоугольных импульсов управляющим сигналом (рис.3,4). Порог включения/выключения соответственно составляет 12В/5В. В микросхеме нет генератора с фиксированной частотой, и поэтому каждый следующий импульс на выходе появляется после разряда энергии, запасенной в сердечнике трансформатора. Для определения этого момента в микросхеме предусмотрен специальный вход, на который подается сигнал со вторичной обмотки трансформатора. Частота работы схемы определяется внешней RC-цепью.

Основные конструктивные особенности и функции микросхемы:

- осуществляется управление количеством энергии, передаваемой во вторичную цепь;
- "мягкий" старт;
- гистерезис по питанию (UVLO);
- защита от перегрузок и короткого замыкания в нагрузке (OCP, OLP);
- выключение при низком напряжении питания сети;
- защита от высокого напряжения питания сети (OVP);
- защита кристалла микросхемы от перегрева (OTP);
- рабочая частота до 100 кГц, определяется внешней RC-цепью.

Микросхемы IL3842A, ILC3844. По функциональному назначению эти схемы представляют собой контроллеры

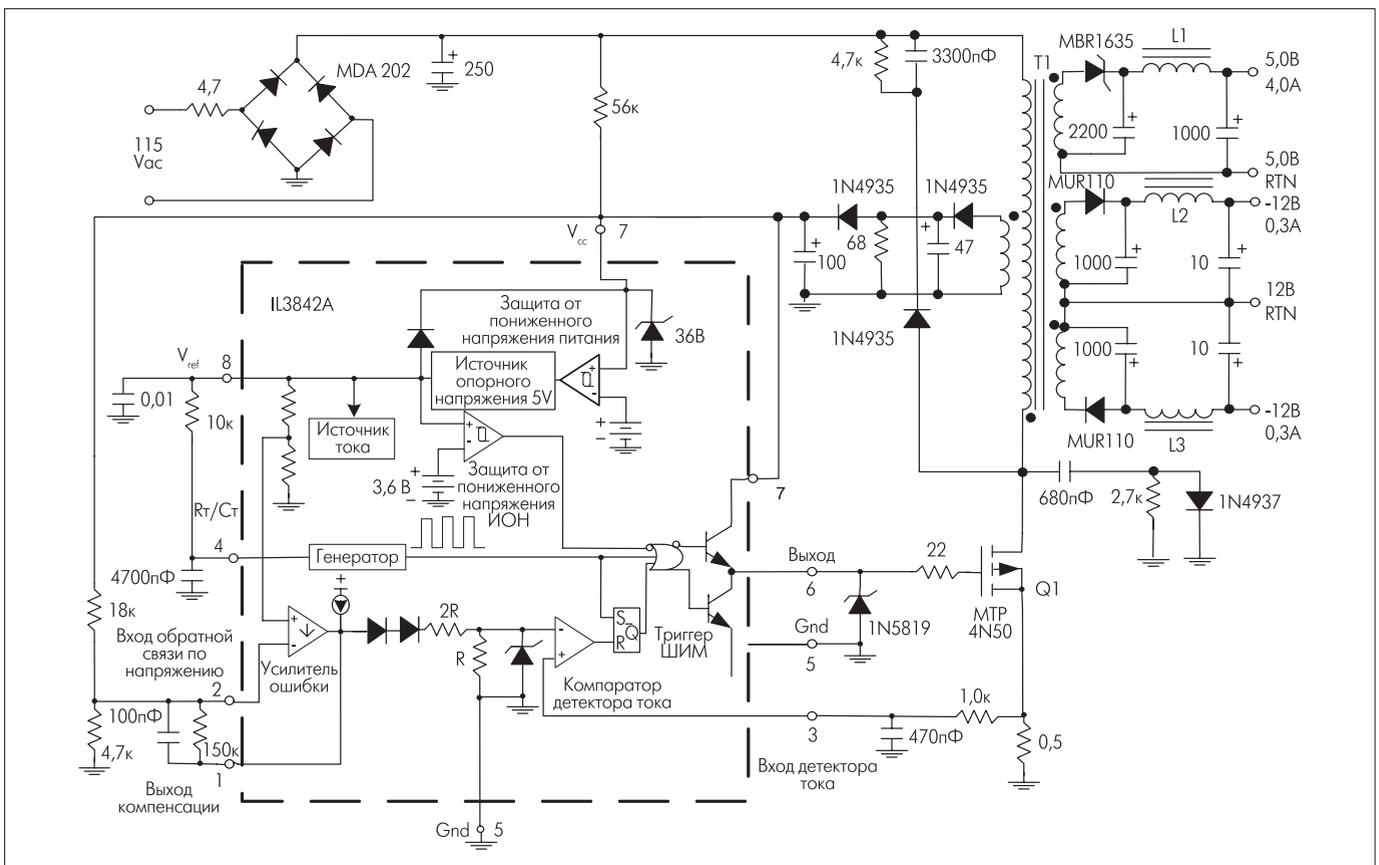


Рис.5. Электрическая схема источника питания на базе ИМС IL3842A

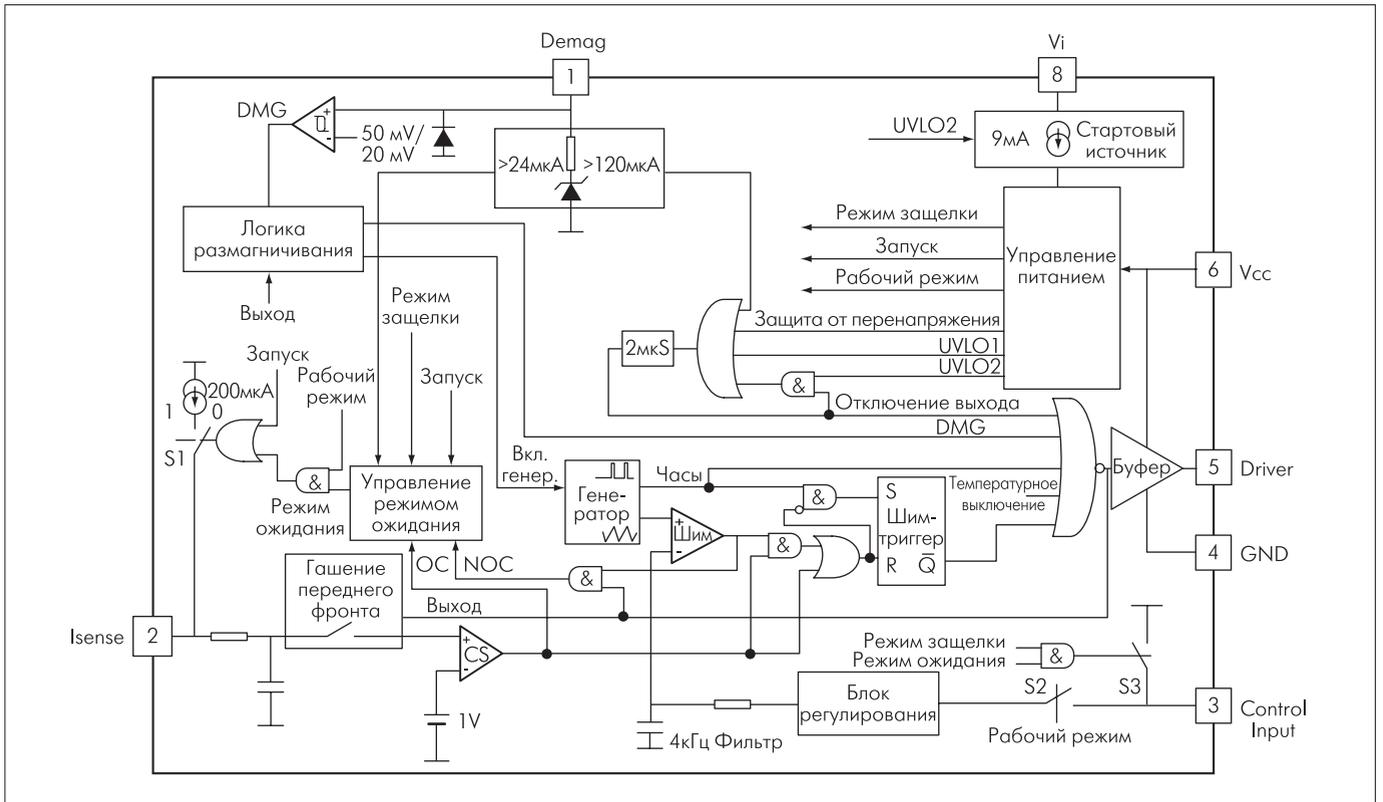


Рис.6. Функциональная схема ИМС ICA44608

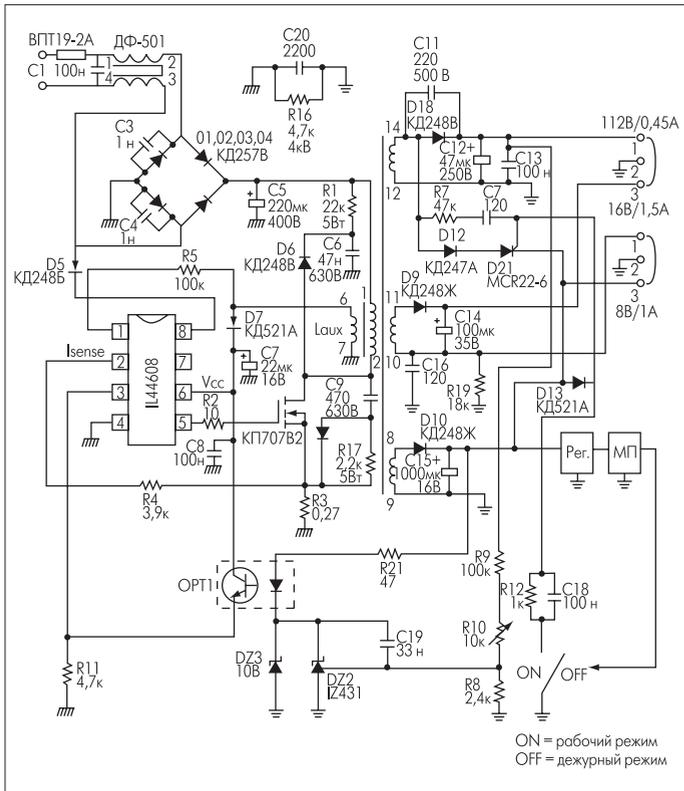


Рис.7. Электрическая схема источника питания на базе ИМС IL44608

импульсного источника питания с дополнительной обратной связью по току (рис.5) и с фиксированной частотой, которая задается внешними элементами (резистором и конденсато-

ром). Для блока опорного напряжения предусмотрена защита с гистерезисом от пониженного напряжения питания. Микросхемы IL3842A, ILA3844 имеют ограничение тока в каждом цикле и программируемый максимальный коэффициент заполнения выходного сигнала. Микросхемы IL3842A и ILA3844 отличаются друг от друга величиной коэффициента максимального заполнения выходного сигнала, который равен 96 и 48%, соответственно. Микросхемы имеют порог включения/выключения соответственно 16В/10В.

Основные конструктивные особенности и функции микросхемы:

- ИМС ШИМ-контроллера реализована по схеме с дополнительной обратной связью по току;
- гистерезис по питанию (UVLO);
- защита от перегрузок и от короткого замыкания в нагрузке (OCP, OLP);
- выключение при низком напряжении питания сети;
- защита от высокого напряжения питания сети (OVP);
- рабочая частота до 500 кГц, определяется внешней RC-цепью.

Микросхемы IL44608 – высокоэффективный контроллер импульсного источника питания – представляют собой высоковольтную схему с интегрированным источником стартового тока (рис.6,7) и генераторной емкостью, которая не требует большого числа внешних элементов и обеспечивает гибкость применения и высокую надежность.

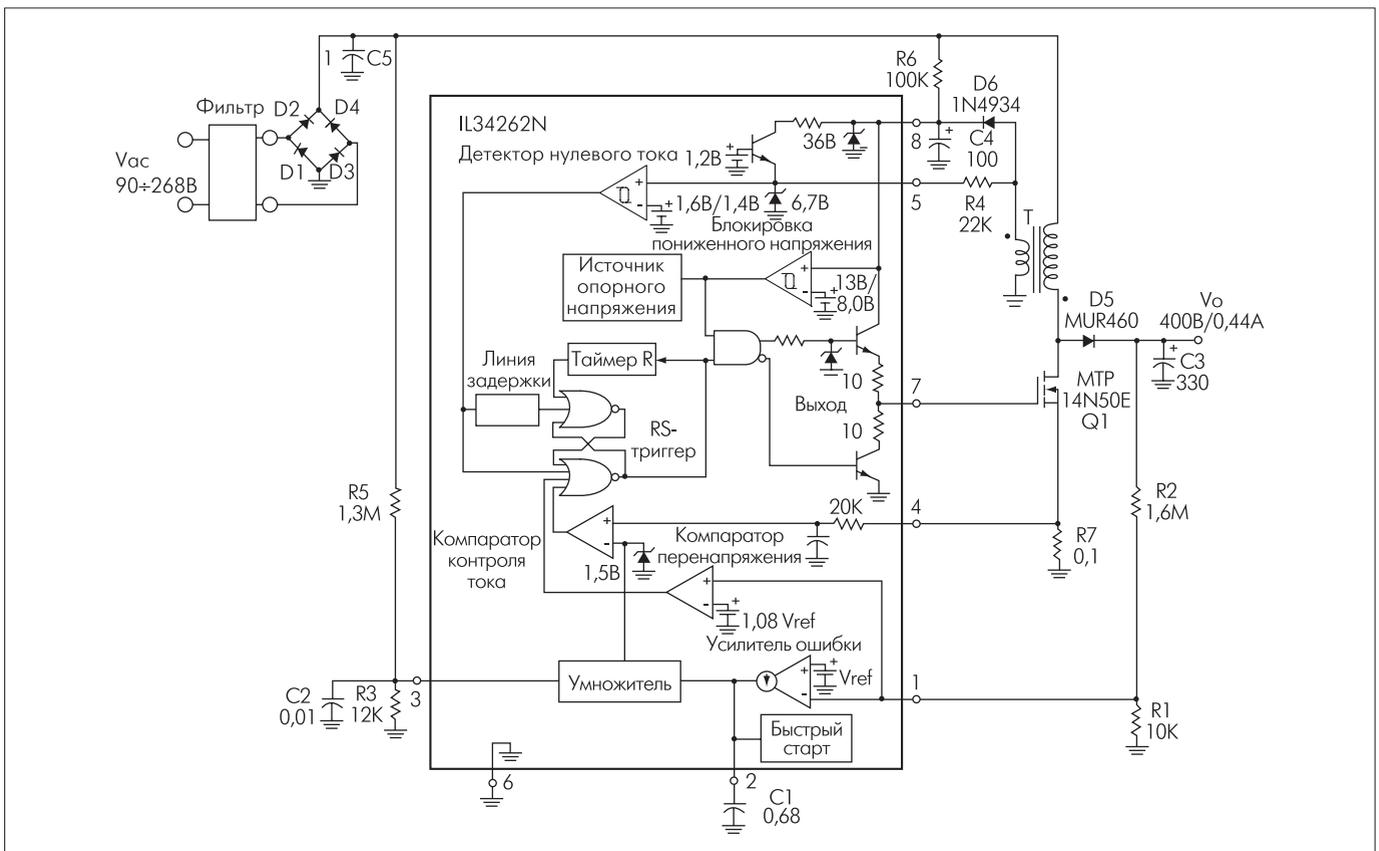


Рис.8. Электрическая схема контроллера коэффициента мощности на 80 Вт на базе ИМС IL34262N



Основные конструктивные особенности и функции микросхемы:

- ИМС ШИМ-контроллера реализована по схеме с дополнительной обратной связью по току с применением оптрона в обратной связи;
- защита от размагничивания сердечника трансформатора (детектор нулевого тока);
- гистерезис по питанию (UVLO);
- защита от перегрузок и от короткого замыкания в нагрузке (OCP, OLP);
- выключение при низком напряжении питания сети;
- защита от высокого напряжения питания сети (OVP);
- защита кристалла микросхемы от перегрева (OTR);
- фиксированная рабочая частота 40, 75, 100 кГц, определяется внутренней RC-цепью.

Микросхема имеет три типоминимала, отличающихся частотой генератора: IL44608N40, IL44608N75, IL44608N100 с фиксированной рабочей частотой 40, 75 и 100 кГц, соответственно. Частота задается внутренними емкостью и резистором. По сравнению с ранее разработанными микросхемами ILA4605, IL3842A, IL3844 микросхема типа MC44608N позволяет, например, в телевизионном источнике питания примерно в три раза снизить мощность потребления в дежурном режиме. Это возможно благодаря отсутствию внешнего запускающего резистора и наличию внутреннего высоковольтного источника стартового тока, который отключается после запуска микросхемы.

В НТЦ "Белмикросистемы" разработана также микросхема контроллера коэффициента мощности IL34262N. Как известно, полезная мощность создается лишь током, синфазным с входным напряжением. Коэффициент мощности – это отношение активной мощности к полной. Микросхема IL34262N специально спроектирована для использования в качестве первичного преобразователя в системах электронного балласта и в схемах автономных преобразователей мощности. Эту интегральную микросхему отличает наличие:

- внутреннего таймера запуска для автономных схем применения;
- одного квадрантного умножителя для получения коэффициента мощности близкого к единице;
- детектора нулевого тока для обеспечения критической проводимости функционирования;
- усилителя ошибки;
- схемы быстрого старта для оптимизации режима запуска;
- внутреннего источника опорного напряжения на ширине запрещенной зоны;
- компаратора контроля тока;
- двухтактного выходного каскада для управления мощным МОП-транзистором.

Для построения типового устройства преобразователя ко-

эффициента мощности (рис.8) нужны только несколько внешних навесных элементов. Диапазон входного переменного напряжения составляет 90–268 В, выходная мощность 175 Вт (400 В при 440 мА), соотнесенный коэффициент мощности приблизительно равен 0,989 на номинальной линии.

Рассмотренные микросхемы позволяют создавать современные малогабаритные импульсные источники питания для широкого класса аппаратуры бытового и промышленного применения. При соответствующем конструктивном исполнении по желанию потребителей микросхемы могут быть использованы в аппаратуре двойного и специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоус А., Ефименко С., Сякерский В., Шведов С. Микросхемы для источников питания. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2007, №3, с 48–55.
2. Крекрафт Д., Джерджи С. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала. – М.: Техносфера, 2005.
3. Белоус А., Емельянов В., Ефименко С., Сякерский В., Шведов С., Бобровницкий М., Микросхемы для силовой электроники производства НПО "Интеграл". – Chip News. Инженерная микроэлектроника. Силовая электроника, 2007, №7, с. 23–27.