

ЦЫГАНОВ Д. О., ФЕДОСЕЙКИН М. И., ДМИТРИЕВ В. Н., НИКУЛИН В. В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения универсального импульсного источника питания с микропроцессорным управлением, обладающего повышенной надежностью. В процессе проектирования решены задачи схемотехнического проектирования, а также создания управляющей программы для микроконтроллера. Итогом проделанной работы является создание полнофункционального прототипа.

Ключевые слова: импульсный источник питания, микропроцессорное управление, PIC, TL494, HD44780, надежность, управляющая программа, MPLAB, Assembler.

TSYGANOV D. O., FEDOSEIKIN M. I., DMITRIEV V. N., NIKULIN V. V.

DEVELOPING OF SWITCHING POWER SUPPLY WITH MCU

Abstract. This article considers the development of a universal highly reliable switching power supply with microprocessor control unit. The authors solved the problem of circuit design and created a control program for microcontroller. As a result, a fully functional prototype has been developed.

Keywords: switching power supply, microprocessor control, PIC, TL494, HD44780, reliability, control program, MPLAB, Assembler.

Работа электронного оборудования невозможна без питания от каких-либо источников электрической энергии. Особенно важно наличие качественных источников в лабораторных условиях при проектировании и наладке электронных узлов и блоков. Источник питания должен быть удобным в эксплуатации, универсальным – то есть работать в разных режимах, отвечать требованиям надежности и не выходить из строя при различных аварийных режимах. Особенно это важно при наладке новых электронных устройств, когда велика вероятность появления труднопредсказуемых и случайных ошибок, а также не отлаженных в полной мере режимов работы. Кроме того, важно защитить сами исследуемые цепи от повреждений в случае аварии.

На современном этапе развития радиоэлектронной промышленности наибольшее распространение находят импульсные источники питания. Объясняется это их высоким КПД, малыми размерами благодаря появлению на рынке новых электронных компонентов, обладающих необходимыми для проектирования характеристиками. Спроектированный источник питания также по принципу действия является импульсным, с применением

широтно-импульсной модуляции в цепях стабилизации. Упрощенная структурная схема источника изображена на рис. 1 (не показаны цепи служебного питания).

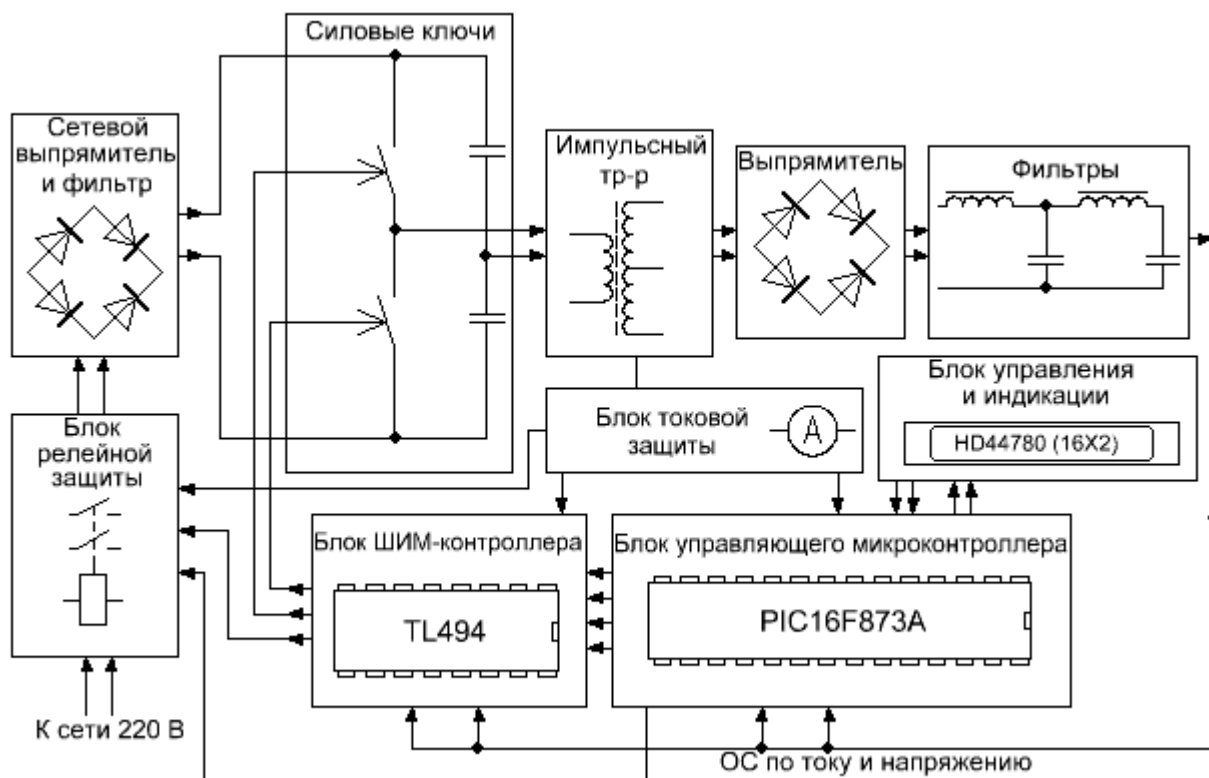


Рис. 1. Упрощенная структурная схема источника питания.

Силовой блок источника построен с использованием топологии типа «полумост», что является характерным решением для источников мощностью до нескольких сотен ватт [1].

Управление силовой частью производит широко известная микросхема ШИМ-контроллер TL494. В ее внутреннем составе имеются для этого все необходимые узлы и блоки. Открывание и закрывание силовых ключей выполнено через развязывающий трансформатор (на структурной схеме не показан). Решение является не новым: все чаще применяются бутстрепные методы с использованием готовых микросхем-драйверов, например, от International Rectifier [2]. Часто сама микросхема-драйвер является одновременно и контроллером всего силового блока.

К микросхеме TL494 с выхода источника питания подводятся сигналы для организации обратной связи и стабилизации тока и напряжения. Также данный ШИМ-контроллер организует защиту силового блока по так называемому «мертвому времени», организует принцип «мягкого запуска», совместно с блоком токовой защиты каждого полупериода в случае перегрузки отключает генерацию открывающих импульсов и останавливает блок.

Для управления источником питания в целом, измерения и отображения всех текущих режимов работы, взаимодействия с пользователем организовано микропроцессорное управление на микроконтроллере PIC16F873A. Данный микроконтроллер принадлежит к тому же семейству, что и примененный в [3], но отличается гораздо большим объемом памяти и наличием требуемых в данном проекте периферийных модулей, например, модулем 10-разрядного АЦП и ШИМ. Управляющая программа написана на языке Assembler в среде разработки MPLAB.

Известно, что контроллер TL494 имеет внешние входы для подключения обратных связей и опорных напряжений [4]. Идея микропроцессорного регулирования выходных параметров (напряжения и тока) заключается в том, чтобы изменять уровни опорного напряжения для каналов тока и напряжения, что в конечном итоге позволяет изменить значения тока и напряжения на выходе источника питания. Достичь этой цели позволил внутренний модуль ШИМ микроконтроллера PIC16F873A. Изменяя скважность импульсов, а затем, отфильтровав постоянную составляющую с помощью RC-цепочек, получим на выходе постоянное напряжение нужной величины, которое и используется в роли опорного для TL494. При этом достигается высокая степень линейности преобразования. Разумеется, применение стабилизированных источников питания для микроконтроллера является обязательным условием.

Индикация и настройка всех параметров и режимов производится с использованием ЖК-дисплея размерами 2 строки по 16 знаков синтезирующих знакомест. Управляющий контроллер дисплея – HD44780.

После включения источника к сети, появляется меню выбора режима работы – источник тока или источник напряжения, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Меню выбора режима работы.

После выбора при помощи трех управляющих кнопок режима происходит так называемый «мягкий запуск», в течение которого силовые конденсаторы на выходе сетевого диодного моста заряжаются через резисторы для ограничения их зарядного тока, а на индикатор выводится соответствующее сообщение, как показано на рис. 3.

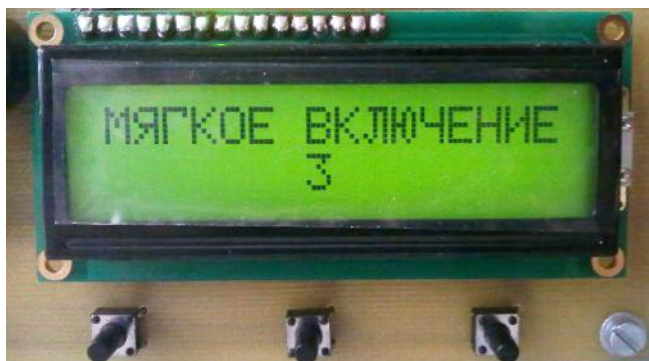


Рис. 3. «Мягкий запуск».

По окончании «мягкого запуска» источник питания запускает силовую часть и переходит в режим работы с отображением основных параметров (рис. 4).



Рис. 4. Рабочий режим.

В этом режиме в любой момент времени можно остановить силовую часть, а также настроить, в зависимости от выбранного режима (источник напряжения или тока), текущее и максимально допустимое значение тока и/или напряжения.

В случае аварийной ситуации срабатывает ограничение параметра, вызвавшего аварию (заранее установленное, например, максимальный ток), или на текущем периоде останавливается силовая часть с помощью транзисторного ключа, т. е. «быстрая» защита, а затем – «медленная» релейная ступень обесточивает источник питания.

Спроектированный источник питания обеспечивает на выходе напряжение от 0 до 18 В (с шагом перестройки порядка 0,2 В в режиме источника напряжения), ток от 0 до 6,5 А

(с шагом перестройки порядка 40 мА в режиме источника тока). Он обладает высокими характеристиками надежности, как по защите самого источника, так и подключаемой нагрузки. Гарантированно допускает работу от питающей сети с напряжением от 170 до 250 В. По сравнению с промышленными источниками, обладающими близкими характеристиками и функционалом, позволил получить экономическую выгоду за счет себестоимости, а также имеется возможность дальнейшего совершенствования функционала, например, за счет подключения управляющего устройства к персональному компьютеру или модему с целью получения дистанционно-программно-управляемого источника питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.
2. International Rectifier [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irf.ru/>.
3. Дубровин В. С., Никулин В. В., Цыганов Д. О. Автоматизированный детектор кода азбуки Морзе // XXXIX Огаревские чтения: Материалы научной конференции. Технические науки. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. В 3 ч. – Ч. 1. – С. 240–242.
4. Texas Instruments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ti.com/product/tl494?keyMatch=TL494&tisearch=Search-EN>.