Эффективный преобразователь напряжения 5 В

ДЭНИЭЛ ГОСС (DANIEL GOSS), инженер, Elektor

Многие современные микроконтроллеры рассчитаны на низкое напряжение питания и могут работать от батареек. Тем не менее часто возникает необходимость использовать источник питания 5 В. В статье предложена простая схема преобразователя напряжения питания с высоким КПД.

Когда напряжение питания схемы может меняться в некотором диапазоне, то проще всего в качестве источника питания (ИП) использовать аккумуляторы. Однако для работы некоторых компонентов, например ЖК-панелей и датчиков, требуется стабильное напряжение, как правило, 5 В. Именно для таких устройств подходит предлагаемый преобразователь напряжения питания.

Схема может питаться от двух аккумуляторов АА (общее напряжение 2…2,4 В), двух литиевых батарей (около 7,2 В) или их комбинации. Максимальный выходной ток 150 мА достаточен для большинства схем с батарейным питанием. Запуск устройства и переключение между режимами работы осуществляется по команде микроконтроллера (МК). Технические характеристики преобразователя:

- входное напряжение 2…8 В;
- выходное напряжение 5 В;
- выходной ток до 150 мА;
- КПД ≥ 75%.

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Главный элемент преобразователя напряжения — повышающий импульсный стабилизатор LT1302 (Linear Technology). В схеме он используется в качестве несимметричного первичного преобразователя, чтобы расширить входной диапазон напряжений — преобразователь работает как повышающий, когда входное напряжение ниже 5 В, и как понижающий, если напряжение питания выше 5 В. Кроме того, мы автоматически развязываем вход и выход по постоянному току, когда схема выключена.

Принципиальная схема устройства показана на рисунке 1. Расположение компонентов на печатной плате показано на рисунке 2. Поскольку у всех компонентов шаг выводов одинаков и равен 2,54 мм, то схему можно собрать на макетной плате. К разъему К1 подключается аккумулятор, выходной сигнал берется с К3, а К2 предназначен для тестирования. Минимальное входное напряжение равно 2 В, это значит, схема перестанет работать, когда аккумуляторы разрядятся до 1 В каждый.

На вывод 1 разъема К3 подается стабилизированное напряжение 5 В. Вывод BattSense используется АЦП МК для считывания текущего напряжения аккумулятора.

Выводы PowerOn и PowerHold работают совместно. Если PowerOn посажен на землю, преобразователь запускается и вырабатывает выходное напряжение 5 В. Для продолжения работы МК должен подать высокий уровень на вывод PowerHold. Если теперь сигнал PowerOn отключить, то схема все равно продолжит работать, поскольку транзистор Т1 открыт. МК может сам себя выключить, если подаст на PowerHold низкое напряжение.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Для понимания принципа работы устройства обратимся к структуре стабилизатора LT1302, изображенной на рисунке 3.

В повышающем режиме рабочий цикл начинается с переключения транзистора Q4. Он подключа-

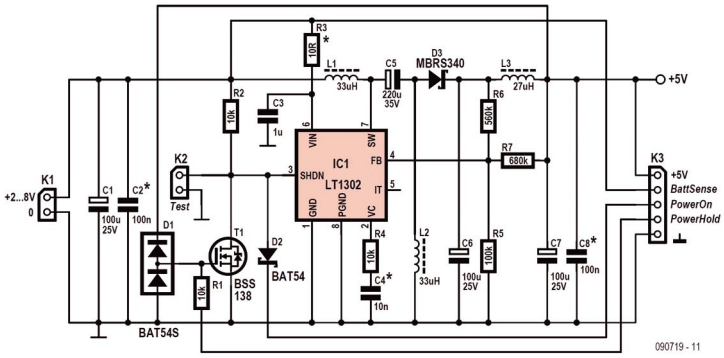

Рис. 1. **Принципиальная схема**

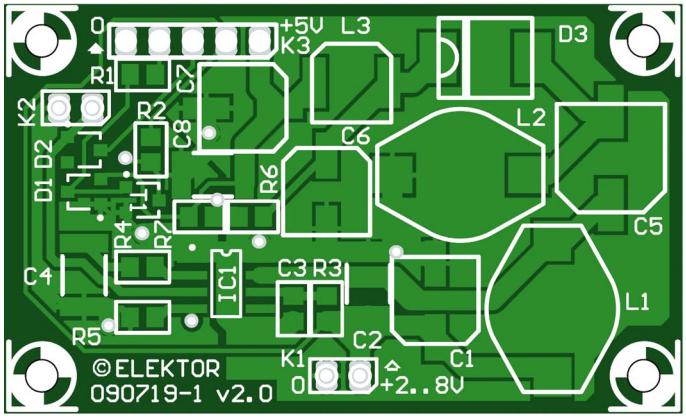

Рис. 2. **Внешний вид печатной платы**

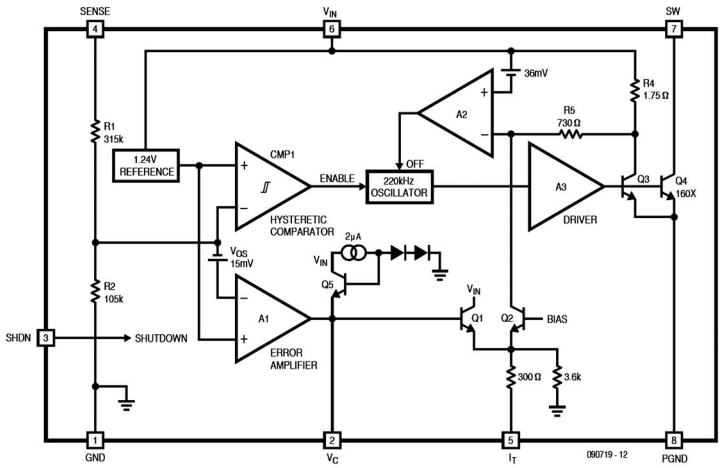

Рис. 3. **Структура с LT1302**

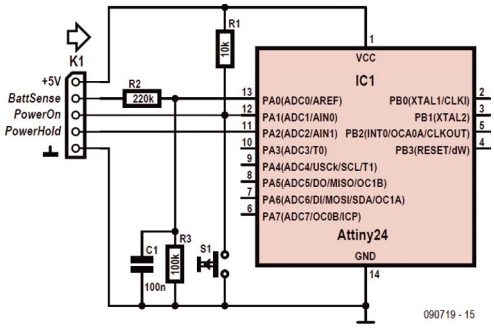

Рис. 6. **Подключение преобразователя к микроконтроллеру**

ет к земле катушку L1 (см. рис. 1). Конденсатор C5 разряжается через катушку L2, и ток через нее увеличивается. При открытом Q4 токи через индуктивности L1 и L2 направлены встречно и имеют примерно одинаковые величины.

Когда транзисторный ключ Q4 в IC1 закрывается, конденсатор C5 заряжается от входного напряжения через индуктивность L1. Индуктивность L2 поддерживает ток, и на D3 создается положительное напряжение, величина которого превышает напряжение питания IC1 (т.е. входное напряжение схемы). В течение примерно 4,5 мкс через конденсатор C5 и катушку L2 заряжается накопительный конденсатор C6. Затем транзистор Q4 снова открывается, и конденсатор C5 начинает разряжаться через L2. Через катушку L1 снова течет ток.

Эти переключения продолжаются до тех пор, пока напряжение на FB (вывод 4 микросхемы IC1) не достигнет 1,245 В. Как только это происходит, внутренний осциллятор 220 кГц в LT1302 выключается. Когда напряжение на FB падает ниже 1,24 В, осциллятор включается. Это повторяется примерно каждые 4 цикла.

В понижающем режиме напряжение на FB достигает порогового значения за один цикл, поэтому осциллятор останавливается сразу. Поскольку выход микросхемы IC1 изолирован от выхода схемы конденсатором C5, то ток перестает течь, и выходное напряжение падает до тех пор, пока на FB не установится 1,24 В, после чего начинается следующий цикл.

На выходе схемы напряжение нестабильно. Для сглаживания колебаний после конденсатора C6 установлен фильтр L3, C7, C8. Для повышения точности регулирования и установки напряжения на выводе FB используется сложный делитель напряжения R5, R6, R7.

Микросхема LT1302 включается, если напряжение на входе выключения SHDN (вывод 3) имеет низкий уровень. Если через резистор R2 на этот вывод подается высокий уровень, то LT1302 переходит в режим ожидания.

Если МК или другое устройство подает на вход транзистора T1 высокое напряжение, то на выводе SHDN устанавливается низкий уровень.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ

На рисунке 4 показан пример подключения описываемого устройства к МК ATtiny24. Выводы PowerOn и PowerHold разъема K3 подключаются к МК. Важно, чтобы PowerHold не остался неподключенным, поскольку тогда T1 не выключится полностью, и потребление схемы увеличится.

Резистор R1 используется в качестве подтягивающего резистора. Когда кнопка S1 нажата, включается питание и на МК поступает сигнал +5 В. МК подает высокое напряжение на вывод PowerHold. Транзистор T1 в цепи питания открывается и поддерживает схему в активном состоянии. По соответствующей команде МК напряжение питания может быть отключено.

При этом общий ток потребления уменьшается до 20 мкА.

Поскольку в процессе прошивки или отладки МК не сможет поддерживать высокий уровень на PowerHold, в схему добавлен разъем K2. Он позволяет тестировать и налаживать схему без внесения временных изменений в ПО, которые могли бы повлиять на работу МК.

При подключении вывода BattSense к АЦП микроконтроллера следует иметь в виду, что используемый вход должен иметь как можно более высокий импеданс. Этот вывод подключен напрямую к аккумулятору. Следует иметь в виду, что напряжение на BattSense не регулируется и не фильтруется.

Таблица 1. **Перечень элементов**

Резисторы	R1,R2,R4 = 10 кОм, R3 = 10 Ом, R5 = 100 кОм, R6 = 560 кОм, R7 = 680 кОм
Конденсаторы	C1,C6,C7 = 100 мкФ (25 В), C2,C8 = 100 нФ (100 В), C3 = 1 мкФ (танталовый, 25 В), C4 = 10 нФ (100 В), C5 = 220 мкФ (35 В)
Индуктивности	L1, L2 = 33мкГн (2 А, 0,12 Ом), L3 = 27 мкГн (0,8 А, 0,26 Ом)
Полупроводниковые элементы	D1,D2 = BAT54S (SOT-23, STMicroelectronics), D3 = MBRS340 (SMC, ON Semiconductor) T1 = BSS138N (SOT-23, Infineon) IC1 = LT1302 (SO-8, Linear Technology)
Другое	K1, K2 = 2-выводной разъем, K3 = 5-выводной разъем

Более подробную информацию о комплекте можно найти на сайте Elektor www.elektor.com. По вопросам приобретения образцов или сотрудничества с Elektor обращайтесь к Антону Денисову: anton@elcp.ru, тел.: 741-77-01.