

# Экономичные микросхемы для SMPS фирм Sanken и Power Integrations

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье приведены параметры современных микросхем для импульсных источников питания фирмы Sanken и сетевых импульсных адаптеров фирмы Power Integrations; рассмотрены особенности их применения.

Современные импульсные источники питания (SMPS) проектируются с учётом требований «плана 1 Вт», предложенного Международным энергетическим агентством (МЭА) в 1999 г, который предусматривает снижение потребления электроэнергии бытовыми приборами в дежурном режиме до уровня 1 Вт и менее [1]. В настоящее время большинство выпускаемых микросхем SMPS удовлетворяют этому требованию. Среди производителей полупроводниковых приборов выделяется ряд фирм, микросхемы которых применяют ведущие производители бытовой и офисной техники. В частности, в аппаратуре Panasonic широко используются микросхемы SMPS фирм Fuji, Infineon, Sanken, Shindengen и др. Широкую номенклатуру микросхем SMPS для сетевых адаптеров мобильной техники и стационарной аппаратуры с сетевым питанием выпускает фирма Power Integrations.

Фирма Sanken специализируется на выпуске силовых полупроводниковых приборов, промышленных систем питания и другой электронной аппаратуры. Однако без индивидуального запроса на интернет-странице фирмы [2] можно получить техническую документацию только на некоторые микросхемы SMPS.

Большая номенклатура микросхем Sanken представлена в каталоге 2009 г. фирмы Allegro Microsystems. В каталоге Allegro они выделены в отдельную группу – Off-Line Flyback Regulators (сетевые обратноточные стабилизаторы) [3], их классификационные данные приведены в таблице 1.

Микросхемы серии STR-A6100 (см. рис. 1) сочетают интегральные контроллеры PRC (Pulse Ratio Control with fixed off-time) с МОП-транзисторами с защитой от лавинного пробоя (Avalanche Guarantee). PRC – широтно-импульсное управление с фиксированным временем выключения (off-time), для микросхем A6131/32/51/59/69 оно составляет 8 мкс, для микросхем A6131M/51M/53E/59M – 11,5 мкс. Микросхемы предназначены для построения простых и надёжных SMPS с минимальным числом внешних компонентов. В них реализован режим автоматического перехода в дежурный режим с минимальной потребляемой мощностью (не более 0,1 Вт). Ряд микросхем серии рассчитан на работу с изменяющимся в широких (85...264 В) пределах сетевым напряжением (Universal Input). Приборы отличаются высокой эффективностью (КПД) и не требуют установки на теплоотвод.

Таблица 1. Классификационные параметры микросхем для SMPS фирмы Sanken

Тип микросхемы	$P_{\text{вых}}$ , Вт	$U_{\text{сн}}$ , В	$I_{\text{сн}}$ , А	$P_{\text{потр}}$ , Вт	$t_r$ , мкс	$R_{\text{сн}}$ , Ом	Корпус	$t_{\text{раб}}$ , мкс
STR-A6151	16	650	2,5	0,15	0,25	3,95	DIP	–
STR-A6159	13	650	1,8	0,15	0,25	6	DIP	–
STR-A6153E	20	650	1,8	0,46	0,25	1,9	DIP	–
STR-A6169	5	800	1,2	0,15	0,25	19,2	DIP	–
STR-W6251D	45	650	2,6	0,8	0,4	3,95	TO-220	67
STR-W6252D	60	650	3,2	0,8	0,4	2,8	TO-220	67
STR-W6253D	90	650	10	0,8	0,4	1,9	TO-220	67
STR-W6253MD	80	650	10	0,8	0,4	1,9	TO-220	50
STR-W6735	120	500	20	0,8	0,4	0,57	TO-220	22
STR-W6753	120	650	11,2	0,8	0,4	1,7	TO-220	22
STR-W6754	160	650	15	0,8	0,4	0,96	TO-220	22
STR-W6756	240	650	15	0,8	0,4	0,73	TO-220	22
STR-W6765	110	800	11,2	0,8	0,4	1,8	TO-220	22

$P_{\text{вых}}$  соответствует «универсальным» исполнениям SMPS (85...265 В)

$t_r$  – время переключения МОП-транзистора

Особенности микросхем серии STR-A6100:

- встроенные схемы запуска и автоматического дежурного режима;
- встроенный драйвер с постоянным напряжением, не зависящим от напряжения питания;
- два режима работы – PRC и прерывистой генерации (Burst Oscillation Mode);
- подавление выбросов на фронтах импульсов (Leading-edge blanking);
- схемы защиты: по току (OCP), от коротких замыканий (OLP), по напряжению (OVP), от перегрева (TSD), при устранении короткого замыкания срабатывает схема автоматического перезапуска (Auto Restart).

Функциональная схема ИС серии 6100 приведена на рисунке 2.

На рисунке 3 приведена схема драйвера с светодиодами с использованием SMPS на микросхеме STR-A6159. Параметры схемы: сетевое напряжение 85...264 В; постоянный выходной ток 20 мА; модуль из 40 светодиодов большой яркости; КПД не менее 74%; режим работы микросхемы – PRC; низкий уровень электромагнитных и звуковых излучений (CISPR Class-B); защита от замыканий (внутри цепи); возможность управления яркостью свечения диодов ШИМ-сигналом на выводе FB. Данные элементов схемы приведены в [3] (Reference Design-5).

Назначение выводов ИС серии 6100:

- Start-up (вывод 5) – непосредственно или через гасящий резистор подключается к выходу сетевого выпрямителя (к конденсатору C3 на рис. 3), внутри микросхемы этот вывод соединён с источником постоянного тока (790 мкА). В момент подачи сетевого напряжения начинается заряд конденсатора, подключённого к выводу Vcc (на рис.3 – C4), и при напряжении  $V_{\text{сн}} \approx 17,5$  В микросхема начинает работать, источник постоянного тока отключается и мощность потребления контроллера микросхемы уменьшается до нескольких милливатт, при  $C = 22$  мкФ время запуска  $t_{\text{start}} \approx 0,487$  с, рекомендуемый диапазон ёмкостей внешнего конденсатора 4,7...22 мкФ. Для более устойчивой



Рис. 1. Внешний вид микросхем серии STR-A6100

работы SMPS рекомендуется подключать вывод Start-up к сетевому выпрямителю через резистор 10...47 кОм (R2 на рис. 3);

- $V_{CC}$  (вывод 2) – через него подаётся напряжение питания на контроллер микросхемы, до запуска ток  $I_{CC}$  не превышает 50 мкА, после запуска он увеличивается примерно до 4 мА, режимы пуск/стоп осуществляются с гистерезисом 17,5 В/10 В. Для более устойчивой работы SMPS вывод  $V_{CC}$  подключается к выпрямительному диоду через резистор 1...10 Ом (R3 на рис. 3);
  - FB/OLP (вывод 4) – вход таймера выключения (OFF-timer) и формирователя постоянного управляющего напряжения (Constant-voltage control). В отличие от ШИМ-управления, PRC базируется на фиксированном времени выключения (off-time) и изменении длительности импульсов управления на рабочих интервалах (on-time). В схемах SMPS на вывод обычно подаётся сигнал обратной связи, как правило, через оптрон от вторичных выпрямителей, в схеме драйвера светодиодов (см. рис. 3) вывод 4 может шунтироваться открытым транзистором Q1 при подаче на его базу ШИМ-сигнала управления яркостью свечения светодиодов;
  - OCP (вывод 1) – предназначен для подключения внешнего резистора схемы защиты от перегрузки по току, резистор является датчиком тока истока МОП-транзистора;
  - D (выводы 7, 8) – сток МОП-транзистора, GND – первичный корпус.
- Приведём некоторые параметры микросхем STR-A6151/A6159/A6169, в квадратных скобках – для STR-A6153E (не вошедшие в таблицу 1):
- ток утечки МОП-транзистора ( $I_{dss}$ ) не более 300 мкА;
  - напряжение запуска ( $V_{CC on}$ ) 16...19,2 В, напряжение блокировки ( $V_{CC off}$ ) 9...11 В;

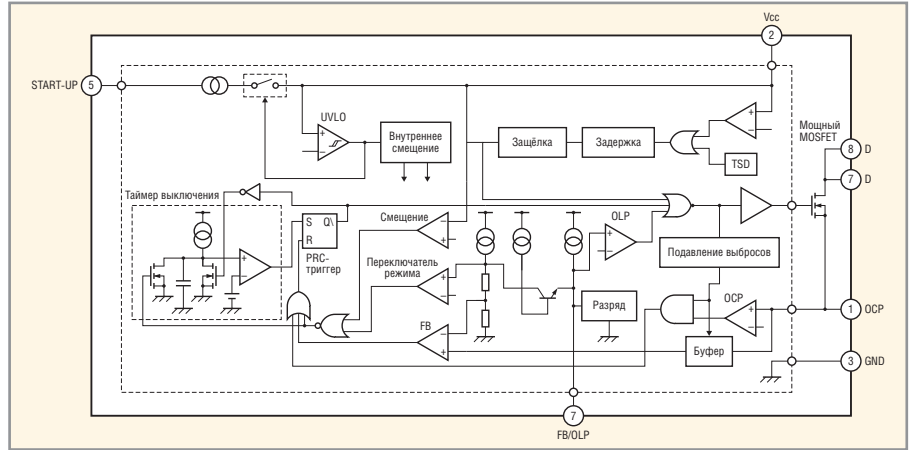


Рис. 2. Функциональная схема ИС серии STR-A6100

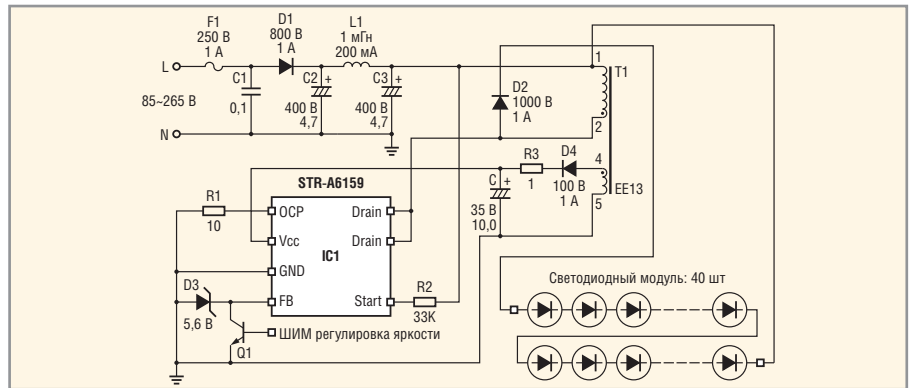


Рис. 3. Электрическая принципиальная схема драйвера светодиодов

- ток потребления в рабочем режиме ( $I_{CC on}$ ) не более 4 мА, в режиме блокировки не более 50 мкА;
- время выключения PRC ( $t_{off}$ ) 7,3...8,7 мкс [10,5...12,5 мкс];
- время блокировки переднего выброса ( $t_d$ ) 200...480 нс;
- порог срабатывания схемы токовой защиты ( $V_{OCP}$ ) 0,69...0,86 В, [0,96...1,28 В];
- пороговое напряжение OVP-защиты ( $V_{CC OVP}$ ) 28,2...34,1 В;
- максимальный ток управления ( $I_{fb max}$ ) 227...388 мА;
- ток запуска ( $I_{startup}$ ) 0,34...1,2 мА;
- порог срабатывания температурной защиты ( $T_j$ , Thermal Shutdown) не более 135°C [110°C];
- тепловое сопротивление ( $R_{off}$ , Thermal Resistance) не более 52°C/Вт.

Микросхемы серии STR-W6200D (см. рис. 4) предназначены для сетевых SMPS с широтно-импульсным управлением (PWM Off-line Switching regulators); особенности микросхем:

- полностью пластмассовый корпус (TO-220 full-molded package);
- частота ШИМ 67 кГц, с девиацией частоты для уменьшения уровня электромагнитных излучений;
- защита по току с функцией компенсации изменений сетевого напряжения;

- внешняя активация температурной защиты;
- прерывистый дежурный режим с низким потреблением (0,1 Вт на холостом ходу);
- функция подавления слышимых звуков в дежурном режиме;
- МОП-транзистор с защитой от лавинного пробоя (avalanche-guaranteed MOSFET);
- пять схем защиты.

Функциональная схема ИС серии W6200D приведена на рисунке 5, в состав микросхем входят: UVLO/REG – детектор и стабилизатор напряжения питания  $V_{CC}$ ; PWM OCS – генератор импульсов с ШИМ; Frequency Modulation – частотный модулятор; OVP/ELP/TSD/OLP/OCP – схемы защиты; STARTUP – схема запуска; Slope compensation – схема «мягкого» управления (позволяет сни-

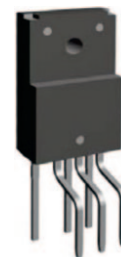


Рис. 4. Внешний вид микросхем серии STR-W6200D

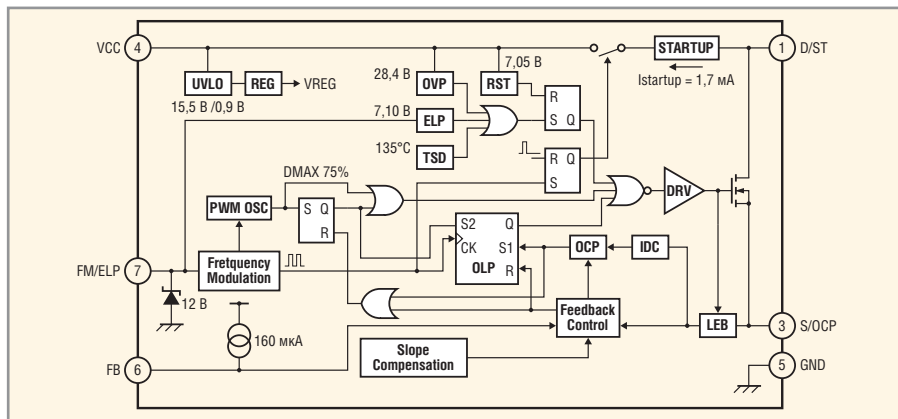


Рис. 5. Функциональная схема ИС серии STR-W6200D

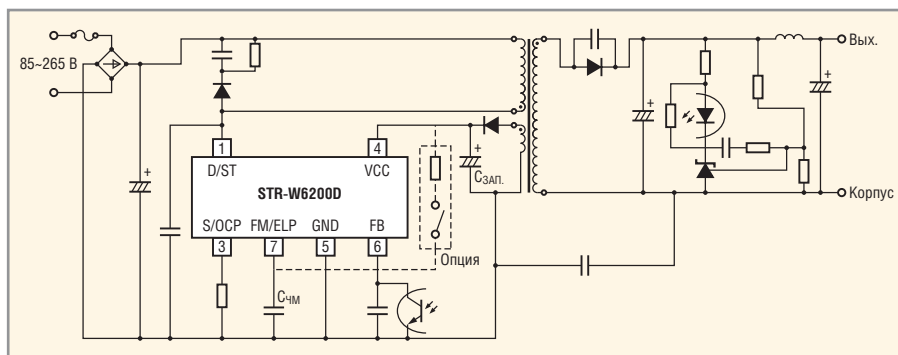


Рис. 6. Типовое включение микросхем серии STR-W6200D

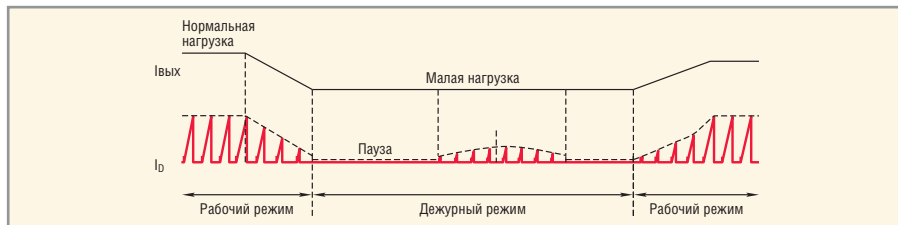


Рис. 7. Временные диаграммы работы микросхем серии STR-W6200D

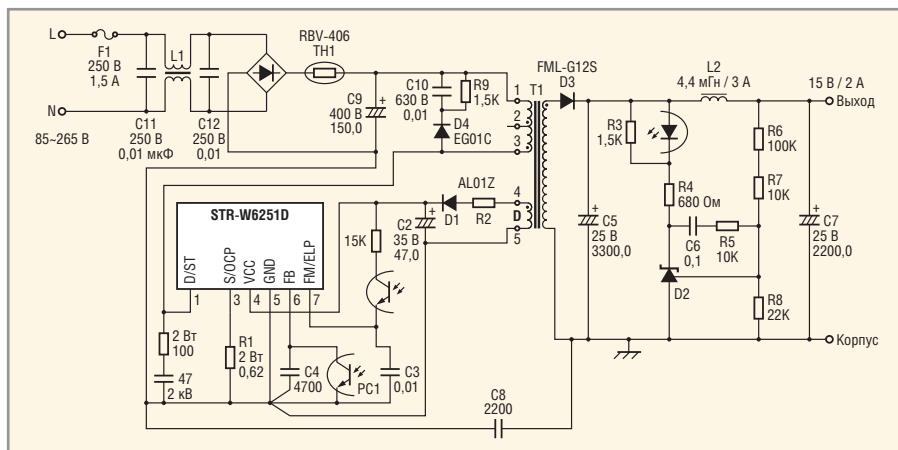


Рис. 8. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме STR-W6251D

зить и интерференцию на субгармониках); Feedback Control – управление обратной связью; IDC – компаратор схемы защиты по току; LEB (Leading Edge Blanking) – подавитель выбросов на переднем фронте импульсов; RST – схема сброса; DRV – драйвер МОП-транзистора. Типовая схема включения ИС серии W6200D приведена на рисунке 6.

Назначение выводов ИС серии W6200D: 1 – (D/ST) вывод стока МОП-транзистора и вход схемы запуска; 3 – (S/OCP) вывод истока МОП-транзистора и вход схемы защиты по току; 4 – (VCC) вывод питания и вход схемы защиты от перенапряжений; 5 – (GND) сигнальный корпус;

6 – (FB) вход сигнала обратной связи; 7 – (FM/ELP) вывод для подключения конденсатора, за дающего девиацию частоты и вход внешней схемы защиты.

Вывод питания контроллера (V<sub>CC</sub>) соединён с источником постоянного тока (1,7 мА). В процессе изменения режимов работы микросхемы напряжение на выводе может меняться в пределах 8,9...18 В, запуск происходит при напряжении V<sub>CC</sub> on ≈ 15,5 В. Рекомендуемое значение ёмкости и конденсатора C<sub>зап</sub> 10...47 мкФ. Зависимость тока I<sub>CC</sub> от напряжения V<sub>CC</sub> имеет гистерезис, перед запуском (V<sub>CC</sub> ≈ 13,5 В) I<sub>CC</sub> не превышает 5 мкА, в момент запуска (V<sub>CC</sub> ≈ 15,5 В) ток резко увеличивается (I<sub>CC</sub> startup ≈ 1,4 мА). При понижении напряжения V<sub>CC</sub> до 8,9 В ток резко уменьшается не менее чем до 1 мкА, при увеличении напряжения V<sub>CC</sub> до 27 В срабатывает схема защиты от перенапряжения (OVP, см.рис. 5).

Вывод 3 (S/OCP) соединяют с корпусом через резистор с небольшим сопротивлением, являющимся датчиком тока для схемы защиты по току (OCP), типовое падение напряжения на этом резисторе, при котором срабатывает защита, составляет V<sub>OCP</sub> = 0,9 В, при дальнейшем уменьшении этого напряжения микросхема автоматически запускается.

К выводу 7 (FM/ELP) подключается конденсатор C<sub>чм</sub> (см. рис. 6) с рекомендуемой ёмкостью 0,015...0,047 мкФ, девиация частоты ШИМ генератора (67 кГц) составляет примерно ±5%, при ёмкости конденсатора C<sub>чм</sub> = 0,01 мкФ период изменения частоты ШИМ-генератора составляет примерно 2,6 мс.

Прерывистый режим работы микросхем (Auto Burst Mode) включается при уменьшении пикового тока стока I<sub>D</sub> МОП-транзистора до величины в 15% от максимального значения. На рисунке 7 приведены временные диаграммы работы микросхемы при нормальной (Normal Load) и малой нагрузке (Light Load). При отключении нагрузки прекращается генерация ШИМ-сигналов, через некоторое время она возобновляется, при этом ток стока не превышает 15% от максимального значения. Если нагрузка в течение определённого времени не подключается, генерация снова скрывается, при подключении нагрузки микросхема входит в нормальный режим работы. Функция внешней защиты (ELP – External Latch Protection) реализуется подачей напряжения более 7,1 В на вывод 7 (FM/ELP) микросхемы (в микросхему встроен защитный стабилитрон

на 12 В). Вариант подачи сигнала включения внешней защиты через оптрон реализован в SMPS (85...265 В/15 В/2 А) на микросхеме STR-W6251D, схема которого приведена на рисунке 8.

Приведём некоторые параметры микросхем STR-W6251D/52D/53D [MD], отсутствующие в таблице 1:

- напряжение запуска ( $V_{cc\ on}$ ) 13,9...17,1 В, напряжение блокировки ( $V_{cc\ off}$ ) 8...9,8 В;
- ток потребления в рабочем режиме ( $I_{cc\ on}$ ) не более 2,8 мА, в дежурном режиме ( $I_{cc\ off}$ ) не более 20 мкА;
- допустимый диапазон частот ШИМ-генератора ( $f_{osc\ av}$ ) 60...74 кГц, допустимая девиация ( $\Delta f$ ) 4,8...9 кГц, максимальная скважность импульсов ( $D_{max}$ ) 71...79%;
- максимальный вытекающий ток на выводе FB ( $I_{fb\ max}$ ) – (220...100) мкА (при  $U_{fb} = 0$ );
- максимальная мощность рассеяния ( $P_{d1}$ ) 25 Вт/26 Вт/27,5 Вт [27,5 Вт], ( $P_{d2}$ ) – 0,8 Вт ( $V_{cc} \times I_{cc}$ );
- максимальная температура выводов ( $T_j$ ) 150°C.

Фирма Power Integrations выпускает большую номенклатуру экономичных микросхем для SMPS малой и средней мощности. В каталоге фирмы от 2010 г предлагаются десятки типов микросхем, сгруппированных в различные семейства с зарегистрированными торговыми марками [4]. В таблице 2 приведены классификационные данные микросхем с семейства LinkSwitch® с «универсальным» входом (сеть переменного тока 85...265 В), предназначенных для сетевых адаптеров мобильной аппаратуры и обеспечивающих её работу в любой стране мира. В качестве источников информации использованы справочные листки фирмы на каждый тип микросхем.

Микросхемы LNK500/501/520 являются эффективными ключевыми преобразователями со стабилизацией по напряжению CV (constant voltage) или по напряжению и току CV/CC (constant voltage/constant current) и предназначены для недорогих сетевых адаптеров, работающих в широком диапазоне сетевых напряжений.

Вид характеристик регулирования типа CV и CV/CC приведён на рисунке 9; отмечены поля допусков на изменения выходного тока и напряжения. Характеристики регулирования, показанные на рисунке 9а, соответствуют преобразователям, выполненным без обратной связи; точка CV на характе-

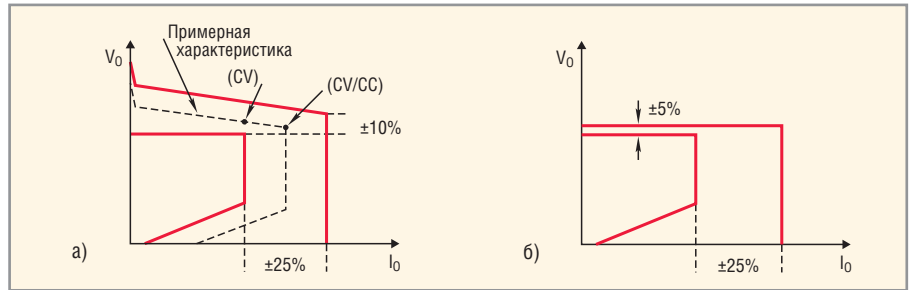


Рис. 9. Режимы работы микросхем семейства LinkSwitch

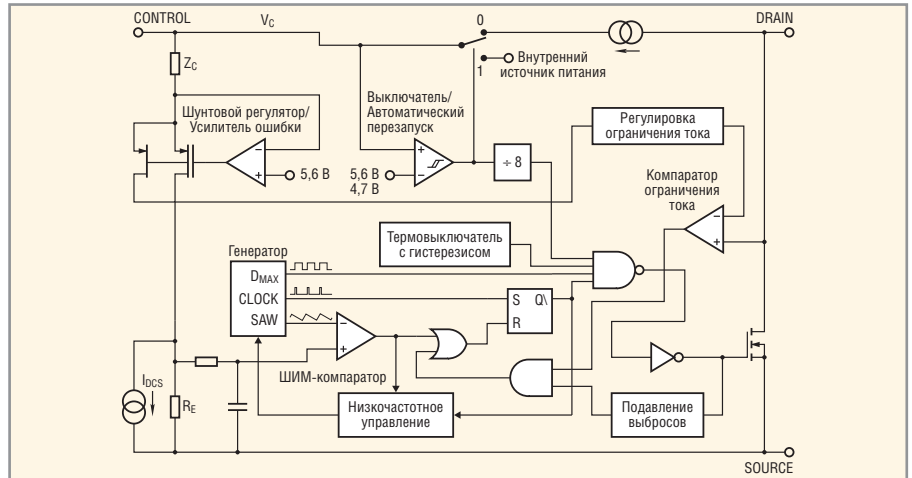


Рис. 10. Функциональная схема ИС серии STR-A6100

ристике расположена в области работы регулятора в режиме стабилизации напряжения; при достижении выходного тока точки CV/CC регулятор переходит в режим стабилизации выходного тока (используется при зарядке

аккумуляторов). При введении в схему обратной связи от вторичных цепей регулятора нестабильность выходного напряжения уменьшается до ±5% (см. рис. 9б). Поле допусков ±25% по номинальной величине выходного то-

Таблица 2. Классификационные параметры микросхем для семейства LinkSwitch фирмы Power Integrations

Версия семейства	Тип микросхемы	$P_{вых}$ , Вт	$U_{сн}$ , В	$I_{сн}$ , А	$P_{потр}$ , Вт	$R_{сн}$ , Ом	$f_{ген}$ , кГц	$t_{отп}$ , мкс	Корпус
LinkSwitch®	LNK500P/G	3/3,5	700	0,4	0,3/0,5	28	42	0,3	DIP-8В, SMD-8В
LinkSwitch®	LNK501P/G	3/3,5	700	0,4	0,3/0,5	28	42	0,3	DIP-8В, SMD-8В
LinkSwitch®	LNK520P/G	3/3,5	700	0,4	0,3/0,5	28	42	0,3	DIP-8В, SMD-8В
LinkSwitch®-CV	LNK623PG/DG	6	700	0,4	0,2	24	100	0,215	DIP-8С, SO-8С
LinkSwitch®-CV	LNK624PG/DG	6,5	700	0,4	0,2	24	100	0,215	DIP-8С, SO-8С
LinkSwitch®-CV	LNK625PG/DG	8	700	0,528	0,2	16	100	0,215	DIP-8С, SO-8С
LinkSwitch®-CV	LNK626PG/DG	10	700	0,72	0,2	9,8	100	0,215	DIP-8С, SO-8С
LinkSwitch®-HF	LNK353P/G	3	700	0,4	0,3	34	200	0,215	DIP-8В, SMD-8В
LinkSwitch®-HF	LNK354P/G	4,5	700	0,4	0,3	24	200	0,215	DIP-8В, SMD-8В
LinkSwitch®-II	LNK632DG	3,1	700	0,23	0,03	45	105	0,215	SO-8С
LinkSwitch®-II	LNK603/613PG/DG	3,3	700	0,32	0,2	24	66/65	0,215	DIP-8С, SMD-8С
LinkSwitch®-II	LNK604/614PG/DG	4,1	700	0,4	0,2	24	66/65	0,215	DIP-8С, SMD-8С
LinkSwitch®-II	LNK605/615PG/DG	5,1	700	0,5	0,2	16	66/65	0,215	DIP-8С, SMD-8С
LinkSwitch®-II	LNK606/616PG/DG	6,1	700	0,65	0,2	9,6	66/65	0,215	DIP-8С, SMD-8С
LinkSwitch®-LP	LNK562P/G/D	1,9	700	0,2	0,15	48	66	0,265	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-LP	LNK563P/G/D	2,5	700	0,2	0,15	48	83	0,265	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-LP	LNK564P/G/D	3	700	0,2	0,15	48	100	0,265	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-TN	LNK302P/G/D	[0,08]	700	0,2	0,08	48	66	0,215	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-TN	LNK304P/G/D	[0,17]	700	0,4	0,08	24	66	0,215	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-TN	LNK305P/G/D	[0,28]	700	0,8	0,08	12	66	0,215	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-TN	LNK306P/G/D	[0,36]	700	1,4	0,08	7	66	0,215	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-XT	LNK362P/G/D	2,6	700	0,2	0,3	48	132	0,375	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-XT	LNK363P/G/D	4,7	700	0,4	0,3	29	132	0,25	DIP/SMD-8В, SO-8С
LinkSwitch®-XT	LNK364P/G/D	6	700	0,4	0,3	24	132	0,25	DIP/SMD-8В, SO-8С

$t_{отп}$  – длительность интервала подавления выброса на переднем фронте импульсов  
В квадратных скобках приведены значения выходных токов, А

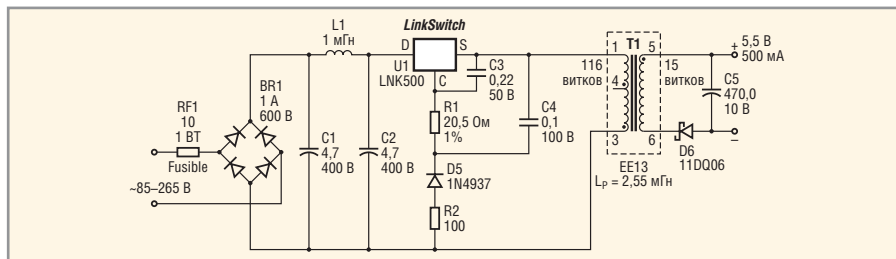


Рис. 11. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхемах LNK500/501

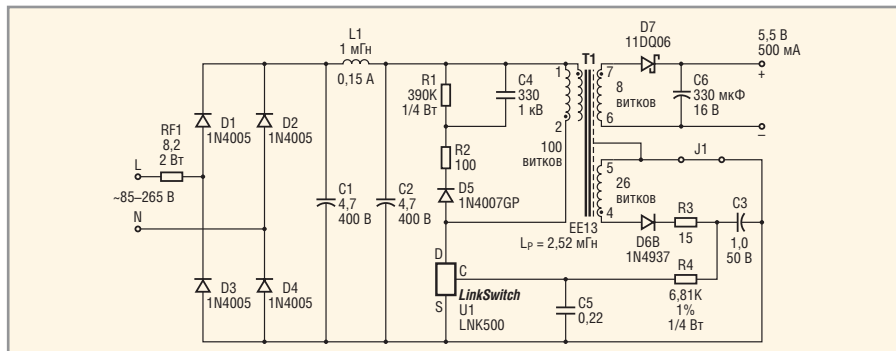


Рис. 12. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме LNK520

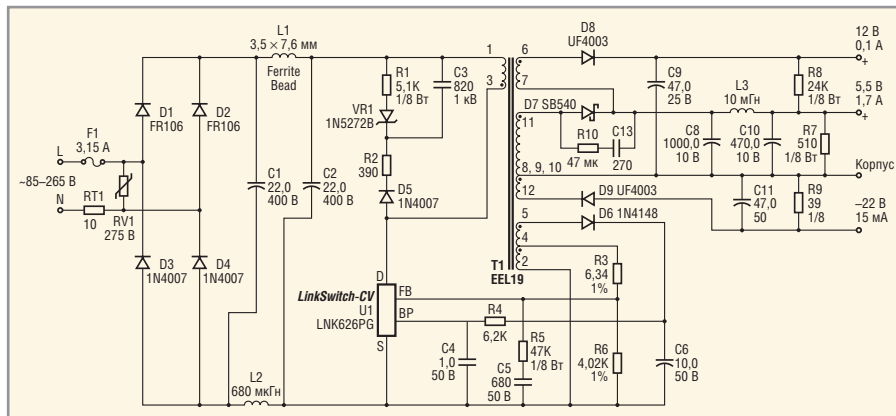


Рис. 13. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме LNK626PG

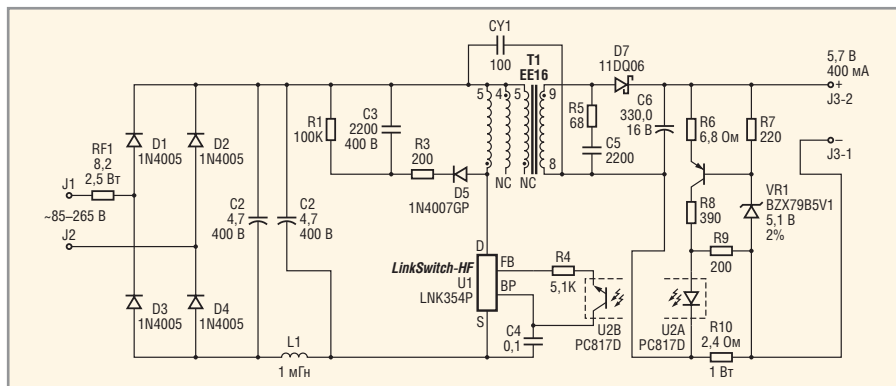


Рис. 14. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме LNK354P

ка получено по результатам испытаний большого числа микросхем.

Особенности микросхем:

- простая схема включения;
- низкая стоимость и малое число внешних компонентов;
- интегрированная схема автоматического перезапуска (после коротких замыканий или разрыва цепи ООС);

- частота ШИМ-сигналов 42 кГц, позволяющая использовать простые фильтры от помех;
- схемы защиты по току и температуре;
- мощность потребления при отсутствии нагрузки не более 300 мВт.

Основные области применения LNK500/501/520: замена аналоговых сетевых адаптеров мощностью до 3 Вт; источники питания со стабилизацией

по току для светодиодных приложений; и источники дежурного питания для телевизоров и др.

Функциональная схема ИС приведена на рисунке 10. Типовая схема включения микросхем LNK500/501 приведена на рисунке 11. Назначение выводов (в корпусах DIP-8B, SMD-8B): 1–4, 7 – вывод источника МОП-транзистора, 5 – вывод с тока МОП-транзистора, 8 – вход управления.

Схема SMPS, приведённая на рисунке 11, обеспечивает стабилизацию напряжения 5,5 В и тока до 0,5 А (тип регуляровочной характеристики CV/CC), выходная мощность источника питания 2,75 Вт, КПД более 72%, потребляемая мощность с отключенной нагрузкой 260 мВт (при  $U_{сетн} = 230$  В). Требования к элементам схемы: RF1 – «разрывной» резистор с функцией предохранителя; оксидные конденсаторы C1, C2 и дроссель L1 образуют ФНЧ для подавления помех коммутации 42 кГц; конденсаторы C3, C4 плёночные или керамические; диод Шоттки D6 типа 11DQ06 (IR, VISHAY и др.,  $I_{пр} = 1,1$  А,  $U_{обр.} = 50$  В,  $U_{пр} = 0,53$  В). Сердечник трансформатора стандартного типоразмера EE13 core, зазор 0,08 мм, число витков первичной и вторичной обмоток 116/15. Другие особенности трансформатора и конструкции в целом приведены в справочных листках конкретных микросхем [4].

Приведём некоторые параметры микросхем LNK500/501/521, отсутствующие в таблице 2:

- $DC_{LF}/DCM_{AX}$  – минимальная и максимальная скважность ШИМ-импульсов (DUTY CYCLE) 3,8...77%;
- $f_{osc} (low)$  – частота ШИМ-импульсов при малом токе в нагрузке (Low Switching Frequency) 24...36 кГц;
- IDCT – ток управления при скважности импульсов 30% (2,21...2,39) мА;
- $V_c (dct)$  – напряжение управления при  $I_c = I_{dct}$  (5,5...6) В;
- $Z_c$  – динамический импеданс при  $I_c = I_{dct}$  60...120 Ом;
- $V_c (ar)$  – порог срабатывания схемы автоматического перезапуска (Auto-Restart Threshold Voltage) 5,6 В;
- $I_{dss}$  – ток утечки стока МОП-транзистора (OFF-State Drain Leakage Current) не более 50 мкА;
- рабочая температура выводов – 40...150°C.

Типовое включение по схеме «нижней» конфигурации (Low-side Configuration) микросхемы LNK520 приведено на рисунке 12, типы преобразования CV, CV/CC. Микросхема может быть включена и по схеме «верхней» configura-

ции (High-side Configuration, см. рис. 11). Основные отличия LNK520 (Low-side) от LNK500/501: достижение более низкого уровня электромагнитных помех и шумов (примерно на 5 дБ) и оптимального температурного режима (несколько выводов и стока МОП-транзистора с соединены с корпусом). Электрические параметры SMPS (см. рис. 11 и 12) примерно одинаковы.

Коротко перечислим характерные особенности других микросхем семейства LinkSwitch (не отражённые в таблице 2).

Микросхемы LinkSwitch-CV: регуляторы типа CV, конфигурация Low-side, в микросхемах имеются два дополнительных вывода – FB (вход обратной связи) и BP (вывод внутреннего стабилизатора напряжения 6 В); введён режим девиации частоты ШИМ-сигналов; возможно получение неустойчивости выходного напряжения  $\pm 5\%$  в широком диапазоне сетевых напряжений. Назначения выводов: 1 – FB, 2 – BP, 4 – вывод стока МОП-транзистора, 5–8 – выводы истока МОП-транзистора. Типовое включение микросхемы LNK626PG в SMPS на три выходных напряжения приведено на рисунке 13.

Приведём некоторые параметры микросхем семейства LinkSwitch, отсутствующие в таблице 2:

- DCMAХ не менее 54%;
- неустойчивость частоты  $\pm 7\%$ ;
- VFB (AR) напряжение порога выключения на выводе FB 1,45 В;
- VBP напряжение на выводе BP (BYPASS pin Voltage) 5,65...6,25 В.

Микросхемы LinkSwitch-HF являются усовершенствованными, высокоэффективными сетевыми преобразователями. Назначение выводов микросхем: 1, 2, 7, 8 – вывод истока МОП-транзистора, 3 – BP, 4 – FB, 5 – вывод стока МОП-транзистора; использование высокой частоты ШИМ с девиацией несущей порядка 16 кГц позволяет уменьшить размеры импульсного трансформатора и исключить звуковые помехи. На рисунке 14 приведена схема SMPS типа CV/CC для зарядного устройства с выходной мощностью 2,4 Вт (5,7 В/0,4 А) и КПД более 70%.

В микросхемах LinkSwitch-II введены различные компенсации параметров внешних элементов: индукции импульсного трансформатора; падения напряжения на соединительных линиях (LNK613-616), температурных изменений параметров внешних элементов. При оптимальном выборе внешних элементов возможно снижение мощности

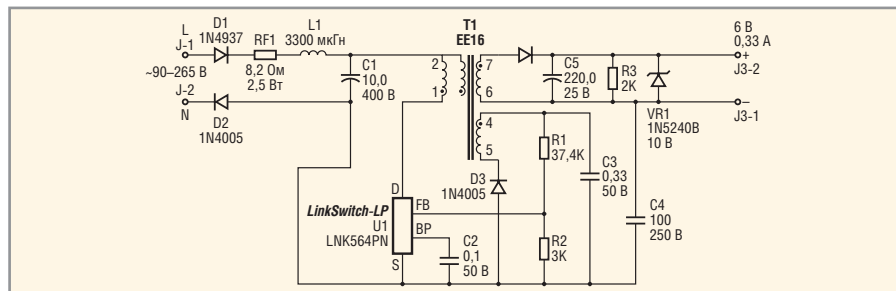


Рис. 15. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме LNK564PN

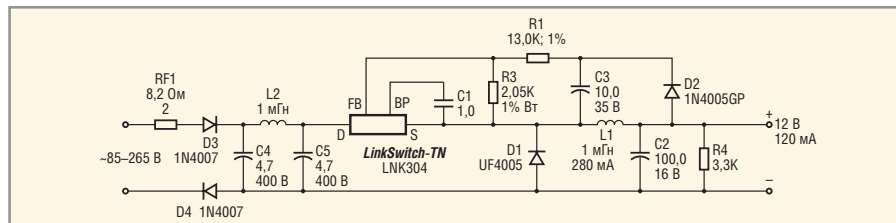


Рис. 16. Электрическая принципиальная схема SMPS на микросхеме LNK304

потребления в дежурном режиме до 30 мВт и менее.

На микросхемах LinkSwitch-LP возможно построение источников питания с минимальным числом внешних компонентов, что позволяет существенно снизить себестоимость производства SMPS. На рисунке 15 приведена схема источника питания типа CV/CC (6 В/0,33 А) с КПД более 70%.

Источники питания на микросхемах LinkSwitch-TN возможно реализовать в конфигурациях Buck (понижающий преобразователь), Buck-Boost (понижающий или повышающий, а также инвертирующий преобразователь) и Flyback (обратноходовый преобразователь), в том числе без использования импульсных трансформаторов. На рисунке 16

приведена схема SMPS (12 В/0,12 А, КПД более 75%) в конфигурации Buck/High-side. Использование такого адаптера целесообразно для питания устройств, не имеющих металлических элементов в конструкции, соединённых с корпусом печатной платы, например, в небольших рисоварках, фенах, светильниках на светодиодах, вольтметрах-пробниках и т.п.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.iea.org/papers/2007/standby\\_fact.pdf](http://www.iea.org/papers/2007/standby_fact.pdf).
2. <http://www.sanken-ele.co.jp/en/index.php>.
3. <http://www.allegromicro.com/en/Products/Categories/Sanken/index.asp>.
4. <http://www.powerint.com/>.

