

Современные драйверы светодиодов подсветки ЖК-дисплеев фирмы Maxim

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье рассмотрены особенности и схемы включения ИС драйверов светодиодов подсветки ЖК-дисплеев фирмы Maxim, систематизированы параметры микросхем.

ИС ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ ФИРМЫ MAXIM

Фирма Maxim Integrated Products выпускает широкую номенклатуру драйверов категории WLED (White LED Driver) – драйверы белых светодиодов, предназначенных для подсветки ЖК-дисплеев. Большинство предлагаемых микросхем удовлетворяют жёстким требованиям промышленных стандартов.

По состоянию на лето 2010 г. каталог фирмы Maxim насчитывал 45 типов микросхем рассматриваемой категории, их классификационные параметры приведены в таблице. Микросхемы в таблице располагаются в порядке убывания года разработки (ГПЗ – генератор подкачки заряда). Диапазон рабочих температур для большинства микросхем составляет $-40...85^{\circ}\text{C}$, для MAX6948 $-40...105^{\circ}\text{C}$, для MAX1707 $-40...125^{\circ}\text{C}$. Напряжение питания большинства микросхем находится в пределах 2,7...5,5 В, что позволяет использовать микросхемы в мобильных устройствах; микросхемы MAX17061 и MAX8790A могут работать при напряжениях 4,5...26 В. Падения напряжения на регулирующих элементах микросхем приведены для стабилизаторов типа LDO (с малым падением напряжения) [1].

Области применения большинства микросхем, рекомендованные производителем, – это мобильные устройства широкого применения, такие как сотовые телефоны, смартфоны, карманные компьютеры, ноутбуки, игровые приставки и т.п. Однако по условиям эксплуатации ИС удовлетворяют требованиям, предъявляемым к промышленным и специальным приборам. Поэтому вполне допустимо применение микросхем в приёмниках системы ГЛОНАСС, встраиваемых приборах, промышленном оборудовании, системах наблюдения и других областях электроники.

Ряд микросхем, представленных в таблице, являются многофункциональными, содержащими различные дополнительные устройства, например, источники питания, усилители звуковой частоты (УЗЧ), драйверы фонарей-вспышек и др. Использование таких ИС в разрабатываемой аппаратуре позволяет повысить степень её интеграции. Рассмотрим особенности некоторых микросхем более подробно.

Микросхема MAX8930 – одна из последних разработок фирмы; является высокоэффективным драйвером светодиодов с большим числом функций. Генератор подкачки заряда микросхемы формирует напряжения отрицательной полярности, что позволяет соединять общие аноды подключаемых светодиодов непосредственно с корпусом устройств и тем самым улучшить отвод тепла от них. В микросхеме предусмотрен режим адаптивной регулировки яркости свечения светодиодов в зависимости от внешней освещённости – ALC (Ambient Light Control). Работа в таком режиме повышает эффективность применения ИС в мобильных приложениях. Предусмотрен режим адаптивной регулировки яркости по содержимому CAI (Content Adaptive Interface). Использование ИС позволяет повысить степень интеграции аппаратуры, поскольку в её состав включены три регулируемых стабилизатора напряжения типа LDO, источник регулируемого напряжения для PMOLED-дисплеев (на органических светодиодах с пассивной матрицей), узел идентификации режима зарядки аккумуляторов и узел контроля режимов работы микросхемы. Прибор с успехом может быть использован в различных мобильных и стационарных устройствах, в том числе в приёмниках ГЛОНАСС.

Особенности микросхемы MAX8930:

- адаптивные режимы 1x или 0,5x с отрицательной полярностью;

- 11 независимых источников тока с малым падением напряжения (LDO) и регулировкой тока от 0,1 до 25,6 мА (256 шагов);
- режимы с плавным нарастанием и снижением тока (Ramp-Up/Down Control);
- индивидуальная регулировка яркости в каждом канале;
- малое собственное потребление тока в рабочем режиме (240 мкА);
- адаптивная регулировка яркости (ALC) при использовании различных датчиков внешней освещённости;
- адаптивный интерфейс (CAI);
- I²C-совместимый интерфейс управления;
- три встроенных программируемых LDO-стабилизатора с выходным током до 200 мА каждый (для питания внешних устройств);
- повышающий DC/DC-преобразователь с программируемым выходом для PMOLED-дисплеев;
- ток в режиме ожидания 0,1 мкА;
- схемы защиты от обрыва и короткого замыкания.

Структура и типовое включение микросхемы MAX8930 приведены на рисунке 1. В состав ИС входят следующие основные узлы:

- инвертирующий генератор подкачки заряда с коэффициентом умножения 0,5 (Inverting 0,5x Charge Pump); ГПЗ включает схемы защиты по напряжению, току и температуре (OVP, OCP, TSD), частота переключения 4 МГц;
- I²C-интерфейс, обеспечивающий управление всеми функциями и режимами микросхемы;
- блок управления светодиодами, состоящий из регуляторов яркости и наклона регулировочной характеристики (Brightness and Slope Control) и инвертирующего ГПЗ для четырёх основных (Main) и четырёх вспомогательных (Sub) белых светодиодов подсветки ЖК-дисплеев;
- управляющий I²C-интерфейс, адаптивный к содержимому ШИМ-интерфейс (PWM Content Adaptive Interface) и сенсорный интерфейс сис-

Классификационные параметры ИС драйверов белых светодиодов фирмы Maxim

Тип микросхемы	Тип преобразования	Количество светодиодов	Конфигурация	Интерфейс управления	Падение напряжения, мВ	$P_{\text{вых}}$ Вт	$I_{\text{макс}}$ мА	$U_{\text{вых}}$ В	$f_{\text{перекл.}}$ кГц	Корпус
MAX8930	ГПЗ/линейный	12	Параллельная	I ² C	62	1,1	25	5	4000	WLP/49
MAX6948	ГПЗ/индукторный	11	Параллельно-последовательная	I ² C/ШИМ	0,5	–	30	28	31,25	см. спр. лист
MAX8831	Индукторный	45	Параллельно-последовательная	I ² C/цифровой	150	5	25	28	2000	WLP/16
MAX8879	ГПЗ	11	Параллельная	I ² C/цифровой	40	2,5	100	5	1000	TQFN24
MAX17061	Индукторный	80	Параллельно-последовательная	I ² C/ШИМ/цифровой	–	10	30	40	1000	TQFN28
MAX8822	ГПЗ	4	Параллельная	Цифровой	60	0,4	24	5,5	1000	TQFN16
MAX8790A	Индукторный	72	Параллельно-последовательная	Аналоговый/цифровой/ШИМ	–	10	27	100	1000	TQFN20
MAX8821	ГПЗ	6	Параллельная	I ² C/цифровой	72	0,6	25	5,5	1000	TQFN28
MAX8901	Индукторный	6	Последовательная	ШИМ/импульсный	–	0,6	25	24	750	TDFN-EP/9
MAX8678	ГПЗ	4	Параллельная	Импульсный	–	0,4	24	5	1000	TQFN/16
MAX8648	ГПЗ	6	Параллельная	Импульсный	–	0,6	24	5	1000	TQFN/16
MAX8647	ГПЗ	6	Параллельная	I ² C	–	0,6	24	5	1000	TQFN/16
MAX8830	Индукторный	5	Параллельная	I ² C	75	1,5	200	5,3	1000	WLP/16
MAX8607	Индукторный/линейный	1	Параллельная	Цифровой	–	6	1500	5,5	1000	TDFN-EP/14
MAX8645	ГПЗ	6	Параллельная	ШИМ/цифровой/импульсный	40	2,8	200	5,5	1000	TQFN/28
MAX1707	ГПЗ	11	Параллельная	I ² C/цифровой	40	2,5	100	5	1000	TQFN/24
MAX8631	ГПЗ	8	Параллельная	ШИМ/цифровой/импульсный	–	2,25	100	5	1000	TQFN/28
MAX8630	ГПЗ	5	Параллельная	ШИМ/импульсный	–	0,5	25	–	1000	TDFN-EP/8
MAX1577	ГПЗ	40	Параллельная	Цифровой	–	5	1200	5,1	1000	TDFN-EP/8
MAX8596	Индукторный	9	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	1	25	32	1000	TDFN-EP/8
MAX8595	Индукторный	9	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	1	25	32	1000	TDFN-EP/8
MAX1578	Индукторный	8	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,9	25	32	1000	TQFN/24
MAX1579	Индукторный	8	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,9	25	32	1000	TQFN/24
MAX1576	ГПЗ	8	Параллельная	ШИМ/импульсный/аналоговый	–	2	400	5	1000	TQFN/24
MAX1575	ГПЗ	6	Параллельная	Импульсный	–	0,75	30	5	1000	TQFN/16
MAX1583	ГПЗ	5	Последовательная	Аналоговый/цифровой	–	6	300	24	1000	TDFN-EP/10
MAX1574	ГПЗ	3	Параллельная	Импульсный	–	0,75	60	5	1000	TDFNPEP/10
MAX1561	Индукторный	6	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,9	20	26	1000	TDFN-EP/8
MAX1599	Индукторный	6	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,9	20	26	500	TDFN-EP/8
MAX1573	ГПЗ	4	Параллельная	ШИМ/аналоговый/цифровой	–	0,5	28	5	1000	TQFN/16
MAX1554	Индукторный	10	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,8	20	40	–	TDFN-EP/8
MAX1553	Индукторный	6	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,5	20	40	–	TDFN-EP/8
MAX1582	Индукторный	7	Последовательная	ШИМ/аналоговый	–	0,6	20	26	1000	TDFN/12
MAX1985	Индукторный	6	Параллельная	ШИМ/аналоговый/цифровой	–	0,6	20	26	1000	TQFN/12
MAX1984	Индукторный	8	Параллельная	ШИМ/аналоговый/цифровой	–	0,8	25	5	1000	TQFN/20
MAX1986	Индукторный	4	Параллельная	ШИМ/аналоговый/цифровой	–	0,4	25	5	1000	TQFN/16
MAX1570	ГПЗ	5	Параллельная	ШИМ/аналоговый	–	0,7	30	5	1000	TQFN/16
MAX1910	ГПЗ	6	Параллельная	Аналоговый	–	0,5	120	5	750	μMAX/10
MAX1912	ГПЗ	6	Параллельная	Аналоговый	–	0,5	120	5	750	μMAX/10
MAX1916	Линейный	3	Параллельная	Аналоговый	–	1	60	5	–	TSOT/6
MAX1848	Индукторный	6	Последовательная	Аналоговый	–	0,8	60	12	1200	TDFN-EP/8
MAX1698	Индукторный	50	Последовательно-параллельная	Аналоговый	–	5	350	60	–	μMAX/10
MAX8834	Индукторный	3	Параллельная	I ² C/цифровой	–	6	750	5,5	4000	см. спр. лист
MAX8847	ГПЗ	6	Параллельная	ШИМ/импульсный	–	0,6	24	5	1000	см. спр. лист
MAX8848	ГПЗ	7	Параллельная	ШИМ/импульсный	–	0,7	24	5	1000	см. спр. лист

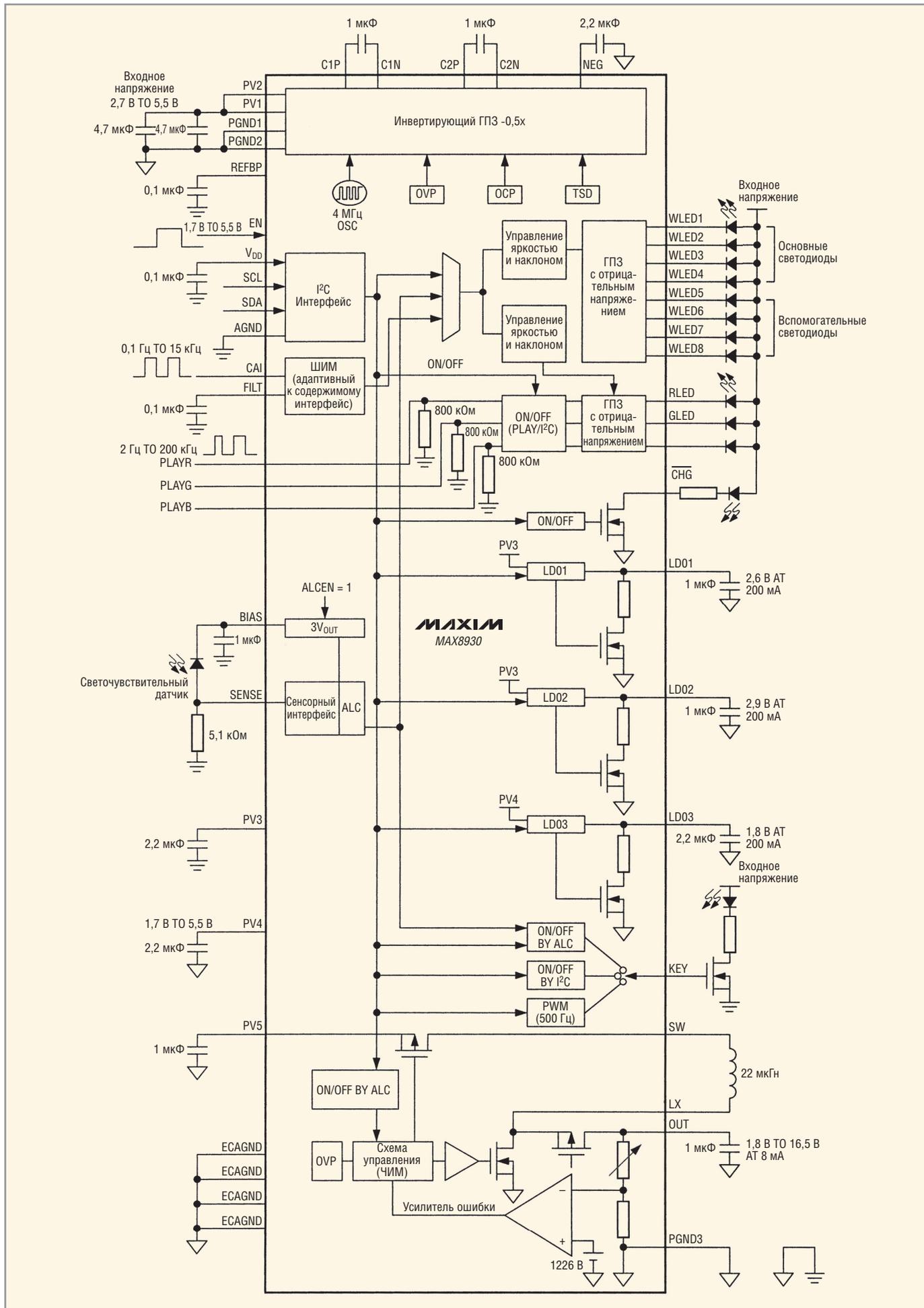


Рис. 1. Структура и типовое включение микросхемы MAX8930

темы ALC (Sensor ALC Interface), обеспечивающий регулировку яркости в соответствии с уровнем внешней освещенности;

- блок управления RGB-светодиодами, состоящий из узла управления (ON/OFF PLAY/I²C) и инвертирующего ПИЗ (Negative Charge Pump); в режиме Play управление блоком осуществляется ШИМ-сигналами основных цветов PlayR/PlayG/PlayB;
- стабилизаторы напряжения LDO1, 2, 3, формирующие напряжения 2,6; 2,9; 1,8 В и предназначенные для питания внешних потребителей;
- схемы контроля режимов узлов I²C-интерфейса и ALC (ON/OFF BY I²C, ON/OFF BY ALC, PWM); мониторинг осуществляется через вывод KEY, подключенный к затвору внешнего полевого транзистора со светодиодом в нагрузку. Режим зарядки аккумуляторов мобильных устройств контролирует светодиод, подключенный к выводу CHG (Charging Status Output) микросхемы;
- блок формирователя напряжения 13...16 В (вывод OUT) для PMOLED-дисплеев, функционирующий в режиме частотно-импульсной модуляции (Control Logic PFM); нагрузкой встроенных ключевых МОП-транзисторов с р- и n-каналами служит внешняя индуктивность, подключенная к выводам SW, LX. Использование ЧИМ (PFM – Pulse-frequency Modulation) позволяет наиболее полно использовать энергию аккумуляторов.

Основные параметры микросхемы MAX8930:

- напряжения питания PV1, PV2, PV3, PV5 – 2,7...5,5 В; PV4 – 1,7...5,5 В; VDD – 1,7...5,5 В;
- образцовое напряжение REFBP 1,164...1,236 В;
- выходной ток ПИЗ не менее 281 мА (при PV1 = PV2 = 3,3 В);
- диапазон выходных токов 0,1...25,6 мА (установка по интерфейсу I²C); точность ±2,5%;
- сопротивления каналов открытых выходных транзисторов R_{dson} 2,68 Ом (режим ПИЗ x1);
- падение напряжения на стабилизаторах тока 62 мВ (в режиме x1);
- напряжение LDO1 составляет 2,6 В (при I_{вых} = 200 мА, PV3 = 3,6 В), диапазон регулировки 2,6...3,1 В (при I_{вых} = 50 мА);

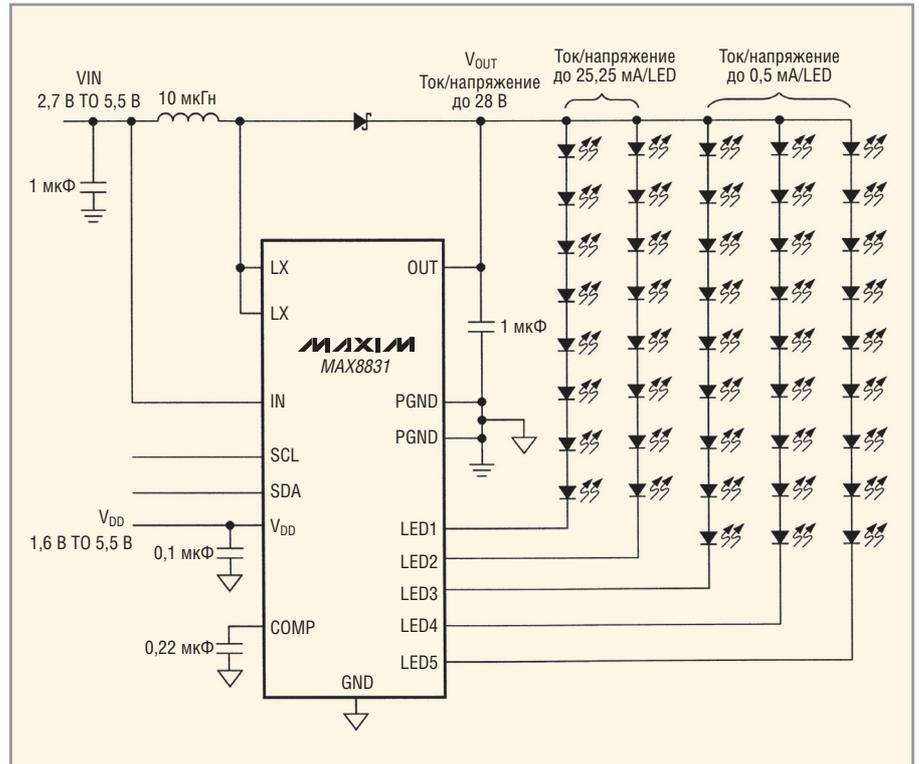


Рис. 2. Типовая схема включения микросхемы MAX8831

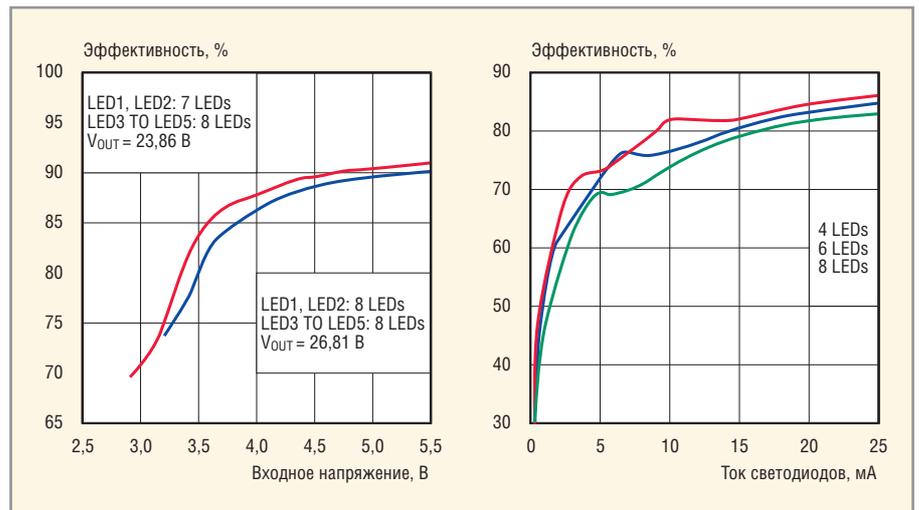


Рис. 3. Зависимости эффективности повышающего преобразователя от входного напряжения и тока светодиодов

- напряжение LDO2 составляет 2,9 В (при I_{вых} = 200 мА, PV3 = 3,6 В), диапазон регулировки 2,9...3,1 В;
 - напряжение LDO3 составляет 1,8 В (при I_{вых} = 200 мА, PV4 = 2,4 В), диапазон регулировки 1,8...2,5 В;
 - выходное напряжение повышающего преобразователя 14 В ± 2% (при I_{вых} = 5 мА, PV5 = 3,7 В), диапазон регулировки 13...16,5 В.
- Микросхема MAX8930 выполнена в корпусе WLP/49 размерами 3,17 × 3,17 × 0,54 мм с 49 шариковыми выводами на нижней стороне подложки, выводы обозначаются буквенно-цифровыми комбинациями (A1, B1, ..., G1...).

Назначение основных функциональных выводов микросхемы MAX8930:

- A2 (PV3) – напряжение питания для узлов (цепей) REF, BIAS, LDO1, LDO2;
- A4 (PV2) – напряжение питания, вывод соединяется с выводом B4 (PV1);
- A5 (PV5) – напряжение питания для повышающего преобразователя;
- B1 (PV4) – напряжение питания для стабилизатора LDO3;
- B4 (PV1) – напряжение питания генератора подкачки заряда;
- A3 (LDO1) – выход стабилизатора напряжения LDO1;
- B3 (LDO2) – выход стабилизатора напряжения LDO2;

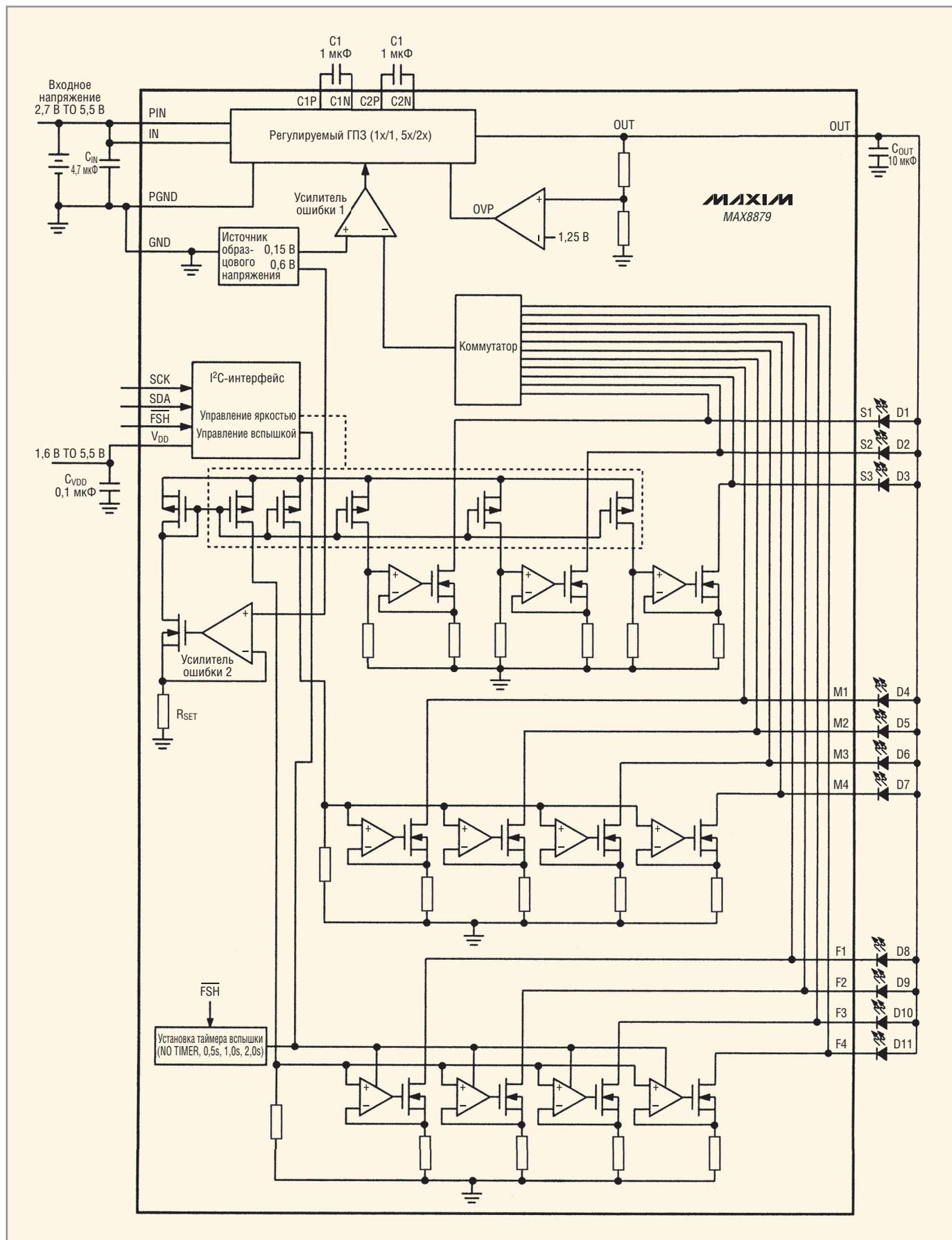


Рис. 4. Типовая схема включения и структура микросхемы MAX8879

- B2 (LDO3) – выход стабилизатора напряжения LDO3;
- D1 (VDD) – напряжение питания логических узлов (1,7...5,5 В);
- D3 (SDA) – шина данных интерфейса управления I²C;
- E2 (SCL) – тактовая шина интерфейса управления I²C;
- C3 (EN) – аппаратный вход включения микросхемы (Hardware Enable Input); ИС активируется при уровне лог. 1 (более 1,4 В); дежурный ре-

жим активируется при лог. 0 (менее 0,4 В);

- F2 (CAI) – вход управления яркостью светодиодов по интерфейсу, адаптивному к передаваемому содержанию; CAI может управлять яркостью главных светодиодов в пределах 0...100%; типовая частота следования управляющих ШИМ-сигналов 200 Гц. При работе CAI режимы плавного нарастания/снижения тока (Ramp-up/ramp-down) автоматически выключаются;
- E3/E4/F3 (PLAYR/G/B) – сигналы включения/выключения (лог. 1/лог. 0) каналов RGB-светодиода; ШИМ-управление осуществляется в 20-разрядном коде;
- E1 (FILT) – вывод для подключения ФНЧ ШИМ-сигналов CAI, к нему подключается керамический конденсатор 0,1 мкФ;
- C1 (KEY) – контрольный выход; используется для индикации функционирования узлов ALC, I²C либо внутреннего генератора с частотой следования 500 Гц;
- C2 (REFBP) – выход источника образцового напряжения 1,2 В, шунтируется керамическим конденсатором 0,1 мкФ;
- F1 (BIAS) – вывод для питания внешнего датчика освещенности (типичное значение напряжения 3 В);
- G2 (SENS) – вход датчика внешней освещенности, вывод должен быть соединен с корпусом через резистор 5,1 кОм;
- B5/C6/C5/D6 (C1P/C1N/C2P/C2N) – выводы для подключения керамических конденсаторов ГПИЗ (+/-/+/-);
- C7 (NEG) – выход ГПИЗ отрицательной полярности, в режиме ожидания он соединен с корпусом через резистор 10 кОм;
- D7, E7, F6, F7, G6-G3 (WLED1 – WLED8) – выходы каналов 1 – 8 для подключения белых светодиодов;
- E6, E5, F5 (RLED, GLED, BLED) – выходы каналов RGB;
- B6 (OUT) – выход повышающего преобразователя, в режиме ожидания он соединен с корпусом через резистор 1 МОм;
- A6 (SW) – вывод внутреннего р-канального МОП-транзистора узла повышающего преобразователя;
- B7 (LX) – вывод для подключения дросселя узла повышающего преобразователя (номинал 22 мкГн);
- F4 (CHG) – выход узла идентификации режима зарядки аккумулятора,

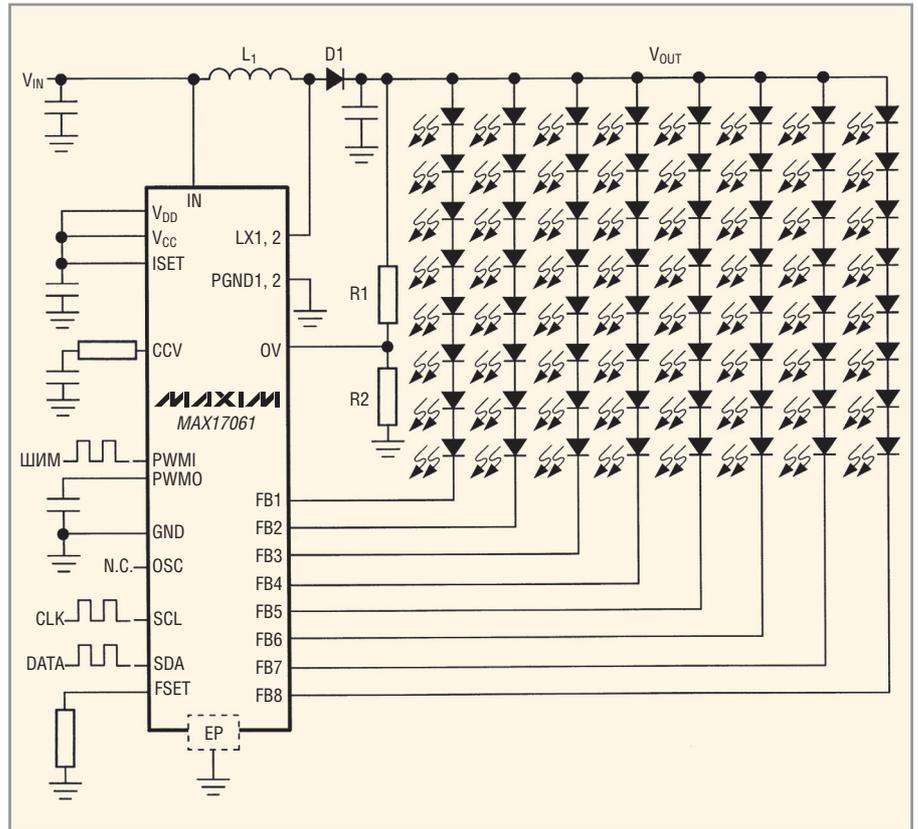


Рис. 5. Схема включения микросхемы MAX17061

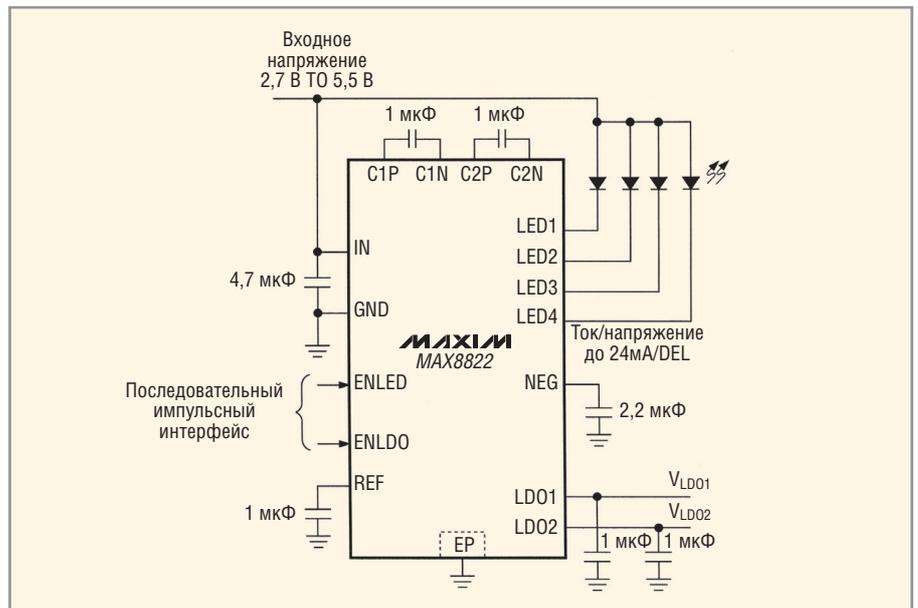


Рис. 6. Схема включения микросхемы MAX8822

соединен со стоком внутреннего МОП-транзистора; включение узла осуществляется через I²C-интерфейс.

Микросхема MAX8831 – высокоэффективный драйвер светодиодов с токовым управлением (до 60 мА) и повышающим преобразователем напряжения; выпускается в миниатюрном корпусе WLP размерами 2 × 2 мм и 16 шариковыми выводами. Прибор обеспечивает управление светодиодами подсветки ЖК-дисплеев и

кнопок клавиатуры мобильных устройств. Управление функциями осуществляется через I²C-интерфейс, в их числе: включение/выключение, установка выходных токов, характеристики таймера включения/выключения подсветки (Ramp-up/down timers), параметры скорости импульсного режима подсветки (Blink rate timers).

Особенности микросхемы MAX8831:

- повышающий преобразователь напряжения 28 В, выполненный на n-ка-

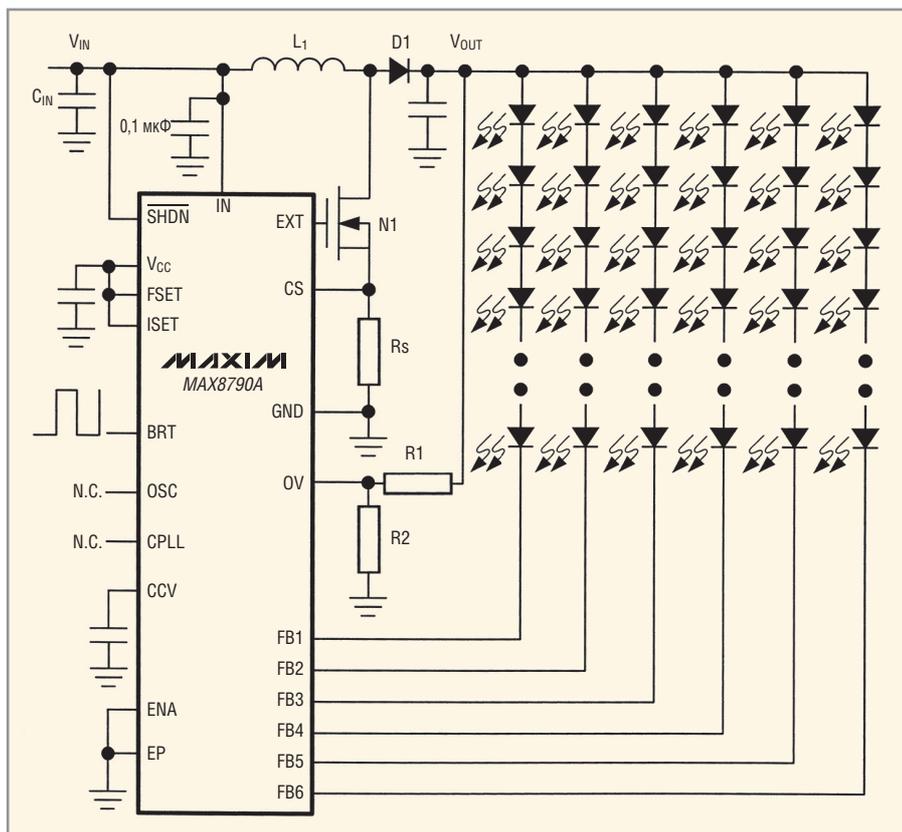


Рис. 7. Схема включения микросхемы MAX8790A

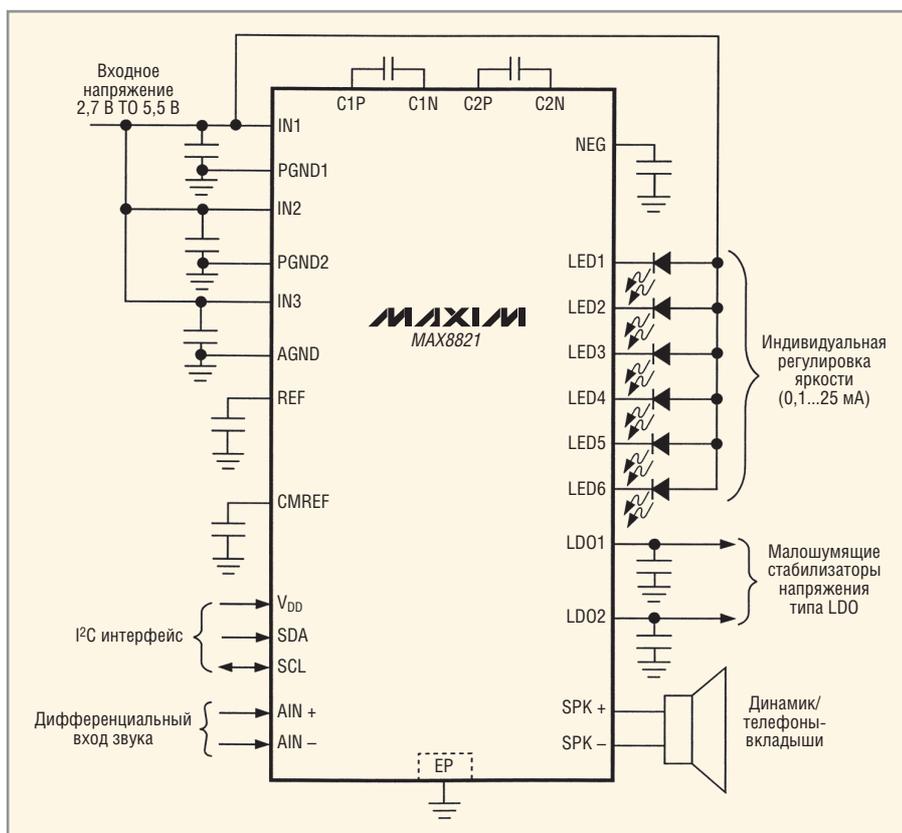


Рис. 8. Схема включения микросхемы MAX8821

нальных МОП-транзисторах; эффективность до 90%, частота переключения 2 МГц, выключение генерации в режиме ожидания;

- совместимый с 1,8-В логикой I²C-интерфейс управления;

- два стабилизатора тока 25 мА с низким падением напряжения (не более 200 мВ) для подсветки ЖК-дисплеев, 128-шаговое управление яркостью светодиодов (50 мкА – 25,5 мА) с индивидуально программируемыми

характеристиками регулирования (Ramp Up/down);

- три стабилизатора тока 5 мА для подсветки кнопок управления, 32-шаговое I²C-управление по индивидуально программируемым характеристикам;
- обнаружение пробоя и обрыва светодиода и выпрямительного диода источника питания;
- защита от перегрева и перенапряжения;
- сверхмалое потребление тока в режиме ожидания (0,1 мкА).

Типовая схема включения микросхемы MAX8831 приведена на рисунке 2; назначение выводов:

- A1, B1 (LED1, LED2) – выходы каналов 1, 2 для управления светодиодами подсветки ЖК-дисплеев;
- A3, B3, B2 (LED3, LED4, LED5) – выходы каналов 3 – 5 для управления светодиодами подсветки кнопок клавиатур мобильных устройств;
- C1, D1 (LX) – выводы для подключения дросселя повышающего преобразователя; в режиме ожидания (Shutdown) имеют высокое сопротивление;
- B4, C3 (SCL, SDA) – тактовый вход и вход данных интерфейса I²C;
- C4 (VDD) – напряжение питания узла управления интерфейсом I²C (1,6...5,5 В);
- C3 (IN) – основное напряжение питания, может быть использовано для питания интерфейса управления;
- D4 (OUT) – вход схемы защиты от перенапряжения (Overvoltage Protection).

Эффективность повышающего преобразователя микросхемы MAX8831 существенно зависит от напряжения питания на входе IN и от тока через светодиоды; при разработке аппаратуры можно ориентироваться на соответствующие зависимости, показанные на рисунке 3.

Микросхема MAX8879 – драйвер подсветки ЖК-дисплеев, светодиодной вспышки и RGB-светодиодов мобильных устройств. Микросхема обеспечивает управление основной и вспомогательной подсветками ЖК-дисплеев и режимами «вспышки» при фотографировании видеокамерами.

Особенности микросхемы MAX8879:

- гарантированный выходной общий ток 610 мА: 30 мА на каждый из четырёх основных светодиодов, 30 мА на каждый из трёх вспомогательных

светодиодов и 400 мА на светодио-
ды «вспышки»;

- двухпроводной последовательный интерфейс I²C для пятиразрядного (32 шага) управления яркостью светодиодов подсветки (32К цветов) и управления скоростью нарастания/спада яркости (Ramp-Up/Down Rates);
- эффективность 92%, пиковая эффективность (Peak Average Efficiency) 83% ($P_{\text{вых}}/P_{\text{аккумулятор}}$);
- адаптивный переключатель режимов ГПЗ (1x/1,5x/2x);
- точность установки и разброс выходных токов не более 0,3%;
- ток потребления в режиме ожидания не более 0,1 мкА;
- программируемый таймер «вспышки»;
- схемы защиты светодиодов от перегрева и от перенапряжения.

Типовая схема включения и структурная схема ИС типа MAX8879 приведены на рисунке 4; назначение выводов:

- 1 (PIN), 2 (IN) – входное напряжение питания, в спящем режиме (Shutdown) выводы имеют высокое сопротивление;
- 4 (VDD) – напряжение питания узлов интерфейса I²C;
- 5 – 7 (M4 – M1) – выходы основных каналов подсветки, подключаются к катодам светодиодов; минимальное напряжение на выводах 0,15 В;
- 9 – 12 (F4 – F1) – выходы каналов «вспышки»;
- 13 – 15 (S3 – S1) – выходы вспомогательных каналов;
- 16 (FSH) – логический входной канал «вспышки», обеспечивает включение и выключение светодиодов «вспышки» (параметры таймера устанавливаются программно);
- 17, 18 (SCK, SDA) – тактовый сигнал и сигнал данных интерфейса I²C;
- 19, 20, 23, 24 (C1N, C1P, C2P, C2N) – выводы для подключения конденсаторов вольтодобавки ГПЗ;
- 22 (OUT) – выход ГПЗ, шунтируется керамическим конденсатором 10 мкФ.

Микросхема MAX17061 – драйвер подсветки средних и больших ЖК-панелей. ИС предназначена для автомобильных, компьютерных и промышленных приложений. Упрощённая схема включения микросхемы приведена на рисунке 5; назначение выводов:

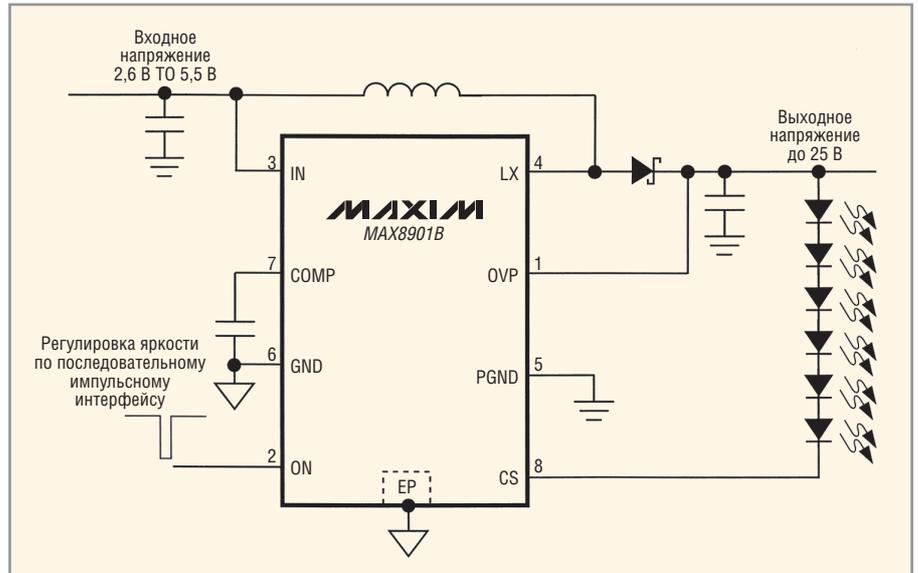


Рис. 9. Схема включения микросхемы MAX8901B

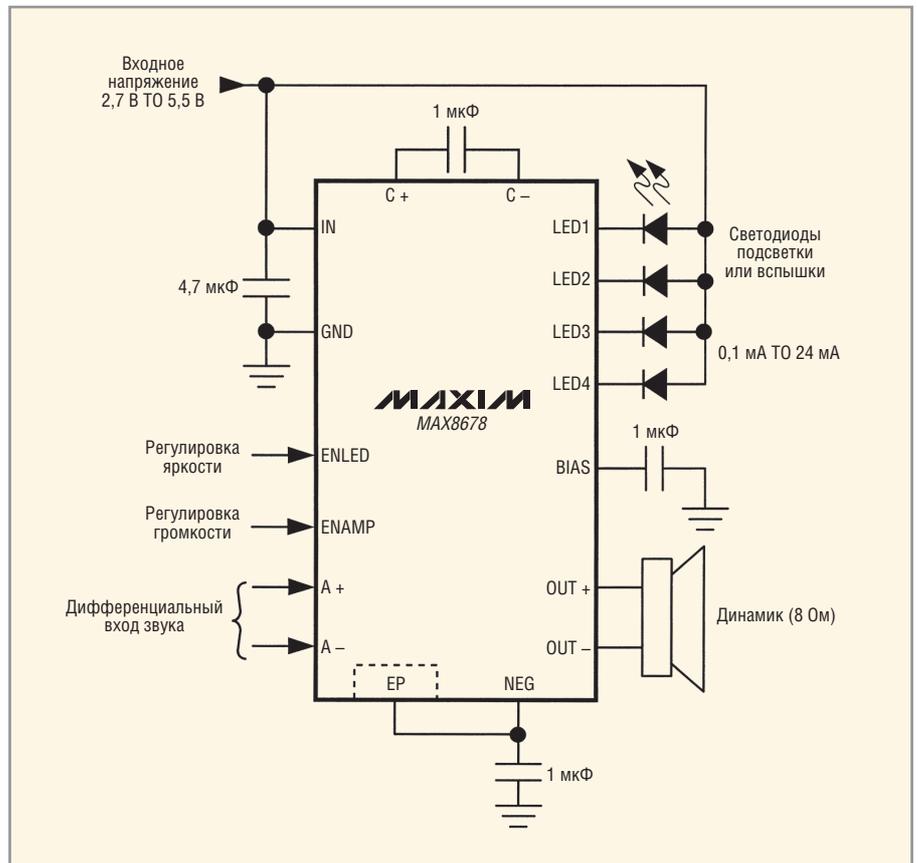


Рис. 10. Схема включения микросхемы MAX8678

- 1, 3, 5, 7 – 9, 27, 28 (FB3, FB4, FB5, FB6 – FB8, FB1, FB2) – выходы параллельных светодиодных каналов; максимальный ток управления 30 мА в каждом канале; выходы неиспользуемых каналов следует соединять с выводом 23 (VCC);
- 10 (OSC) – вывод для установки частоты генерации ШИМ-секции, при отключенном выводе частота равна 750 кГц, при соединении вывода с корпусом – 500 кГц, при соединении с выводом VCC – 1 МГц;
- 11 (PWMI) – вход импульсов ШИМ-управления яркостью свечения светодиодов;
- 12 (PWMO) – выход ФНЧ импульсов ШИМ, шунтируется конденсатором (ёмкость определяется установленной частотой следования импульсов);
- 13 (FSET) – вывод для подключения резистора подстройки частоты внутреннего ШИМ-генератора (DPWM), частота определяется по формуле: $f_{\text{dpwm}} = 109/\alpha \times R \text{ (Ом)} + \gamma$, где $\alpha = 10,638$, $\gamma = 58509$;

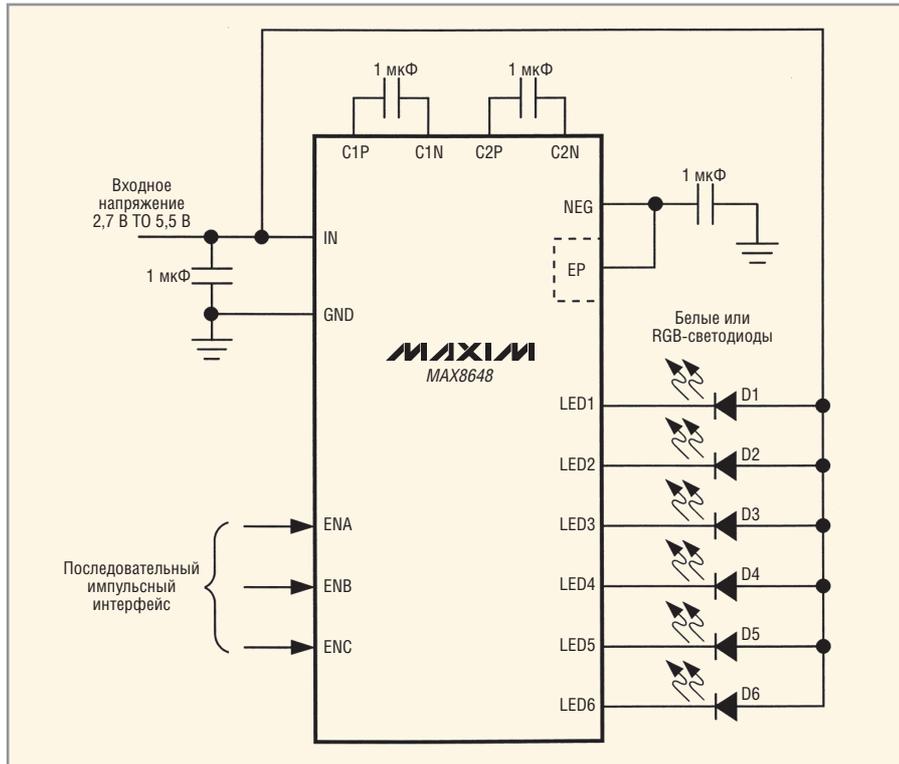


Рис. 11. Схема включения микросхемы MAX8648

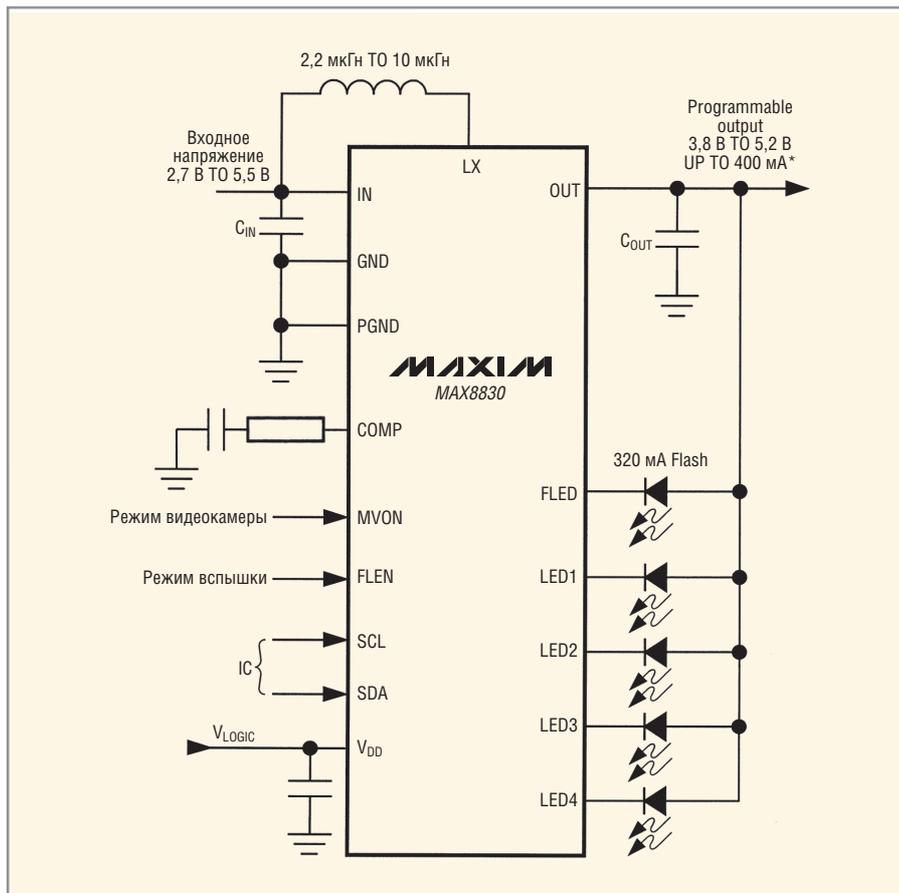


Рис. 12. Схема включения микросхемы MAX8830

- 14, 15 (SDA, SCL) – вход данных и вход тактовых импульсов интерфейса SMBus (SMBus™ – зарегистрированная торговая марка фирмы Intel); обеспечивает регулировку яркости подсветки в экономичном режиме

DPST (Display-power-saving technology);

- 16, 17 (LX1, LX2) – выводы стоков полевых транзисторов индукторного повышающего преобразователя напряжения;

- 21 (IN) – входное напряжение питания (4,5...26 В);
- 22 (VDD) – напряжение питания драйвера затворов транзисторов повышающего преобразователя напряжения;
- 24 (CCV) – вывод для подключения цепи компенсации повышающего преобразователя (0,022 мкФ, 5,1 кОм);
- 25 (OV) – вывод для подключения резистора установки порога срабатывания схемы защиты от перенапряжения (типичное напряжение на делителе R1, R2 составляет 1,236 В);
- 26 (ISET) – вывод для подключения резистора установки максимального тока светодиодов в каждом канале; максимальный ток определяется по формуле $I_{\text{макс}} = 20 \text{ мА} \times 200 \text{ кОм} / R_{\text{iset}}$. Коротко перечислим особенности ряда других микросхем фирмы из таблицы, справочные листы на которые выпущены или отредактированы в 2007 и 2008 гг.:
- MAX8822 – высокоэффективный драйвер четырёх светодиодов с отрицательной полярностью напряжения ГПЗ (x0,5), в составе микросхемы имеются два LDO-стабилизатора напряжения с выходным током 200 мА каждый. Диапазон индивидуально регулируемых выходных токов составляет 0,1...24 мА, точность и разброс токов в каналах не более 1%, ток собственного потребления 65 мкА, схема включения приведена на рисунке 6;
- MAX8790A – шестиканальный драйвер белых светодиодов подсветки средних и больших ЖК-дисплеев с активной балансировкой токов каналов (27 мА в каждом) для автомобильных и портативных приложений; типовая схема включения ИС с внешним МОП-транзистором приведена на рисунке 7. Диапазон регулировки яркости подсветки (Dimming range) 100 : 1, частота коммутации ГПЗ составляет 500/750/1000 кГц;
- MAX8821 – драйвер шести белых светодиодов со встроенным УЗЧ класса D и двумя стабилизаторами напряжения типа LDO для мобильных устройств; типовое включение ИС приведено на рисунке 8. Регулировка яркости в пределах 0,1...25,6 мА, выходные токи стабилизаторов 200 и 300 мА, выходная мощность УЗЧ – 0,6 Вт ($R_{\text{н}} = 8 \text{ Ом}$, эффективность 85%), КНИ+шум составляют 0,05% на частоте 1 кГц;

- MAX8901A/B – высокоэффективные драйверы белых светодиодов (от 2 до 6 шт. в последовательной цепи), исполнения А и В отличаются интерфейсами управления (ШИМ – А, импульсная последовательность – В). Эффективность приборов достигает 91%; обеспечиваются 32-шаговое управление яркостью светодиодов, ток потребления в «спящем» режим 0,01 мкА, максимальный выходной ток 24,75 мА; типовая схема включения MAX8901B приведена на рисунке 9;
- MAX8678 – драйвер белых светодиодов с УЗЧ класса АВ мощностью 1,1 Вт для мобильных устройств с высококачественным звуковым каналом; типовое включение микросхемы приведено на рисунке 10. ИС обеспечивает выходной ток 0,1...24 мА с индивидуальной подстройкой в каждом канале. УЗЧ с дифференциальным входом развивает мощность в мостовом режиме 1,1 Вт на нагрузке 8 Ом, КНИ+шум составляют 0,004%, регулировка громкости осуществляется в диапазоне –9...+18 дБ;
- MAX8647/MAX8648 – высокоэффективные драйверы белых или RGB-светодиодов (6 каналов). Типовое включение MAX8648 приведено на рисунке 11, прибор отличается интерфейсом управления (I²C). Драйверы обеспечивают выходной ток 0,1...24 мА в каждом канале, точность установки ±2%; собственное потребление тока составляет 70 мкА в рабочем режиме и 1 мкА в дежурном;
- MAX8830 – драйвер осветительных светодиодов; обеспечивает суммарный выходной ток не менее 400 мА (типичное значение 700 мА), в режиме «вспышки» – 320 мА в каждом канале; типовое включение ИС приведено на рисунке 12. Микросхема может быть выполнена в корпусе UCSP с 16 шариковыми выводами размерами 2,5 × 2,5 мм (UCSP™ – зарегистрированная торговая марка Maxim Integrated Products). Эффективность драйвера – свыше 90%; в ИС встроены мощный МОП-транзистор и синхронный выпрямитель;
- MAX8607 – драйвер светодиодов подсветки фонарей фото- и видеокамер; обеспечивает выходной ток до 1,5 А в режиме «вспышки» и 360 мА в режиме видеосъёмки. Микросхема может быть использована в портатив-

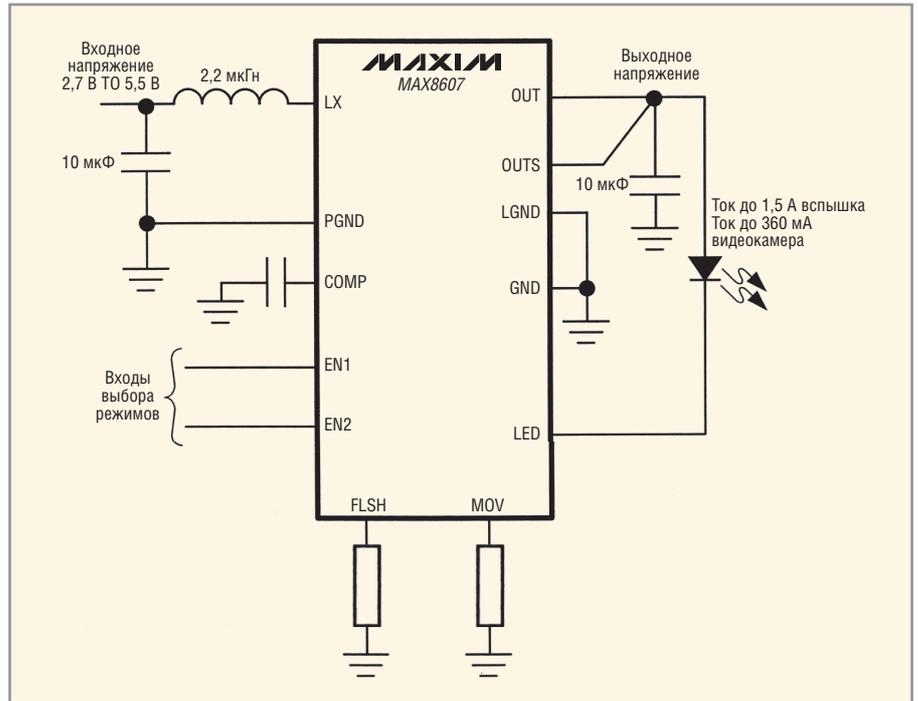


Рис. 13. Схема включения микросхемы MAX8607

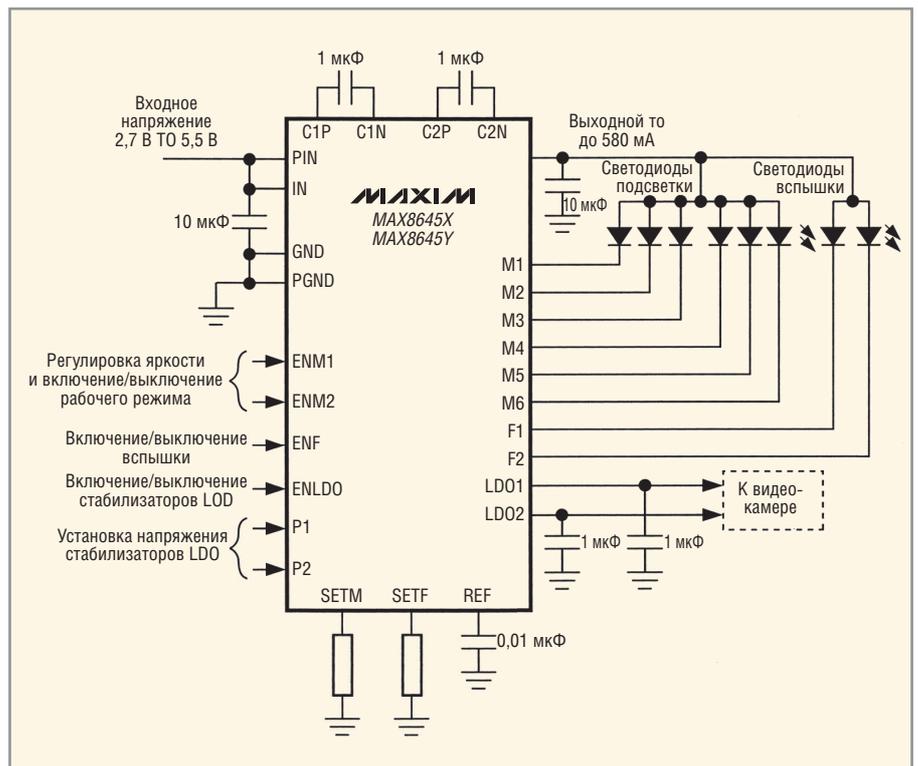


Рис. 14. Схема включения микросхем MAX8645X и MAX8645Y

ных фонарях и других мобильных устройствах. Типовая схема включения ИС приведена на рисунке 13. Эффективность микросхемы достигает 84% ($P_{\text{вых}}/P_{\text{аккумулятор}}$ при $I_{\text{вых}} = 1,1 \text{ А}$);

- MAX8645 – драйвер светодиодов подсветки ЖК-дисплеев и «вспышки» с двумя встроенными LDO-стабилизаторами напряжения; типовое включение микросхемы приведено на рисунке 14. Прибор обеспечивает выходной ток 30 мА для каждого из

шести светодиодов подсветки ЖК-дисплеев и 400 мА для двух светодиодов «вспышки»; выходные токи составляют 200 мА для стабилизаторов LDO1, LDO2; эффективность 85...94% ($P_{\text{вых}}/P_{\text{аккумулятор}}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://para.maximic.com/en/search.mvp?fam=whiteled&tree=master>.
2. http://www.rohm.com/products/opto_device/led/.

