



Стабилизатор напряжения с низким остаточным напряжением с дополнительными функциями для автомобильной электроники

Микросхема IZE42794A предназначена для создания постоянного напряжения значением 5 В с остаточным напряжением не более 0,5 В при токе нагрузки 100 мА и используется в источниках питания электронной аппаратуры, в частности, в автомобильной электронике.

Микросхема разработана для питания микропроцессорных систем, работающих в жестких условиях автомобильных приложений, поэтому она снабжена функциями дополнительной защиты от перегрева, устойчивостью к переплюсовке входного напряжения, короткому замыканию выхода на землю, имеет внутреннее ограничение максимального тока нагрузки с температурным сбросом выходного напряжения. Кроме того, микросхема может использоваться в источниках питания электронной аппаратуры, где необходимо стабилизированное напряжение.

Основные характеристики:

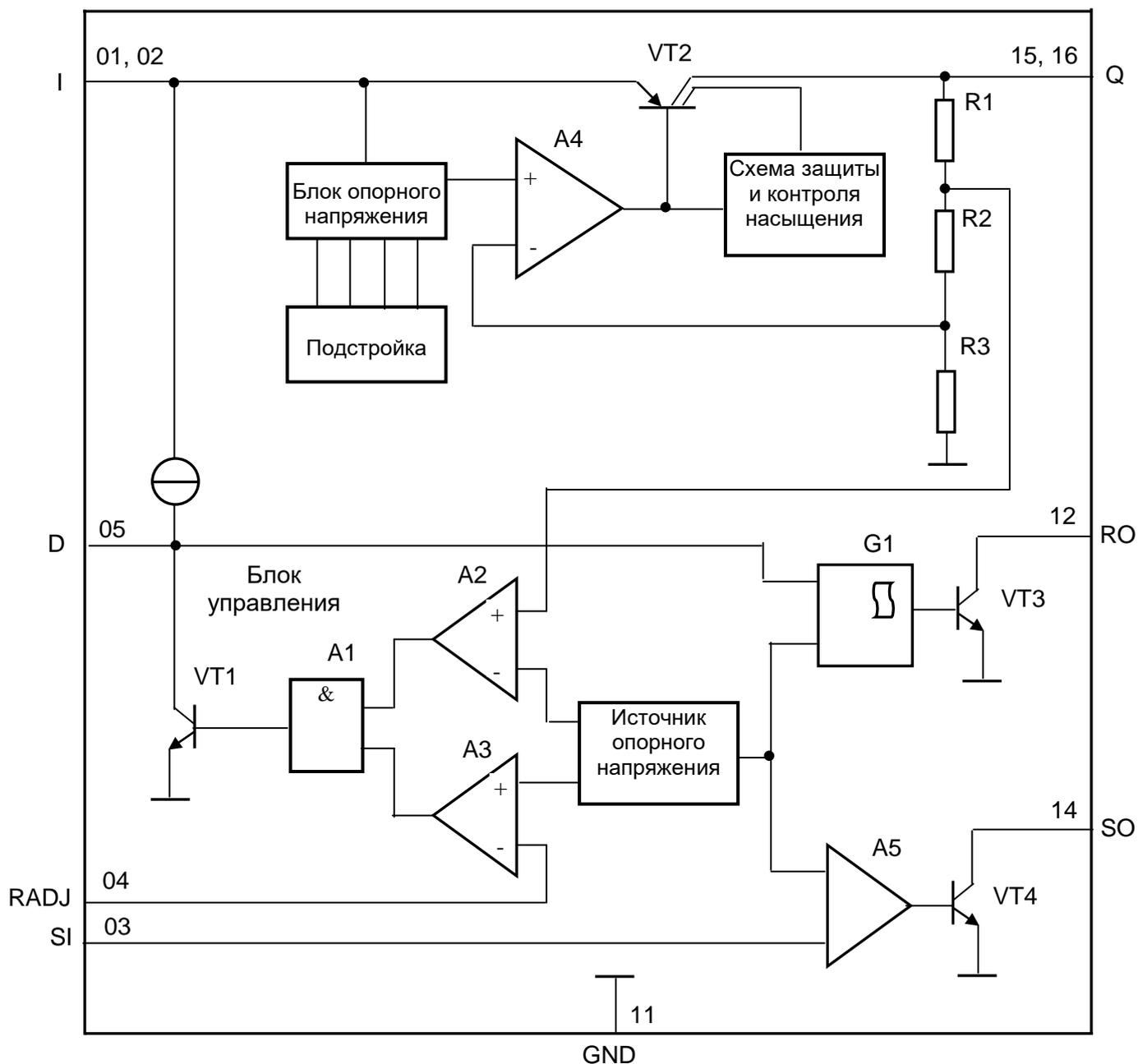
- точность выходного напряжения $\pm 2\%$ в диапазоне выходных токов от минус 100 мкА до минус 100 мА и входных напряжений от 6 до 18 В;
- точность выходного напряжения $\pm 4\%$ в диапазоне входных напряжений до 45 В;
- обеспечение максимального тока нагрузки до минус 150 мА;
- диапазон входного напряжения от 5,7 до 45,0 В;
- низкий ток потребления;
- низкое остаточное напряжение;
- функция сброса;
- супервизор питания (раннее оповещение о включении питания);
- регулируемый порог сброса;
- встроенная температурная защита;
- устойчивость к короткому замыканию посредством внутреннего ограничения максимального тока нагрузки с температурным сбросом выходного напряжения;
- устойчивость к переплюсовке напряжения до минус 42 В;
- совместимость с автомобильными электронными схемами;
- диапазон рабочих температур кристалла от минус 40 до плюс 125 °С;
- допустимое значение потенциала статического электричества 2000 В.



Таблица 1 - Назначение и нумерация контактных площадок

Номера контактной площадки кристалла	Обозначение	Назначение
01, 02	I	Вход. Для компенсации влияний линии рекомендуется подключать через конденсатор, расположенный близко от выводов микросхемы и подключенный к GND
03	SI	Вход супервизора питания (вход считывания): - подключается к входному напряжению U_1 , которое будет отслеживаться блоком супервизора питания; - подключается к выходу Q, если не требуется функция супервизора питания
04	RADJ	Вход регулировки сброса: - подключается к выходу Q через резистивный делитель для регулировки порога сброса; - подключается к GND для использования встроенного порога сброса (если не требуется регулировка порога сброса)
05	D	Вывод задержки сигнала сброса: - подключается керамический конденсатор на GND для регулировки времени задержки при выключении t_{rd} ; - остается свободным, если функция сброса не требуется
11	GND	Общий вывод
12	RO	Выход генератора сброса: - выход с открытым коллектором, подключается к выходу Q через внешний заряжающий резистор сопротивлением не менее 10 кОм; - остается свободным, если функция сброса не требуется
14	SO	Выход супервизора питания (выход считывания): - выход с открытым коллектором подключается к выходу Q через внешний заряжающий резистор сопротивлением не менее 10 кОм; - остается свободным, если компаратор считывания не требуется
15, 16	Q	Выход: - блокируется на землю конденсатором емкостью не менее 10 мкФ, близко расположенным к выводам микросхемы, с собственным сопротивлением не более 3 Ом
06, 07, 08, 09, 10, 13	-	Контактные площадки – тестовые





- A1 – логический элемент
- A2, A3, A5 – усилители
- A4 – усилитель ошибки
- G1 – генератор сброса
- R1 – R3 - резисторы
- VT1 – VT4 – транзисторы

Рисунок 1 – Схема электрическая структурная микросхемы



Таблица 2 - Предельные режимы

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
U_I	Входное напряжение	-40	45	В
U_Q	Выходное напряжение	-0,3*	7,0*	В
U_{RO}	Выходное напряжение на выходе сброса	-0,3*	7,0*	В
U_{SO}	Выходное напряжение на выходе супервизора питания	-0,3*	7,0*	В
U_D	Напряжение на выводе задержки сигнала сброса	-0,3*	7,0*	В
U_{RADJ}	Напряжение на входе регулировки сброса	-0,3*	7,0*	В
T_J	Температура кристалла	-60**	150	°C

* Без подачи напряжения на вход I
 ** Указана температура среды

Таблица 3 - Предельно допустимые режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
U_I	Входное напряжение	5,7	45	В
U_Q	Выходное напряжение	4,8	5,2	В
T_J	Температура кристалла	-40*	125	°C

* Указана температура среды



Таблица 4 - Электрические параметры микросхем

Буквенное обозначение	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Температура кристалла, °С	Единица измерения
			не менее	не более		
U_Q	Выходное напряжение	$6,0 \text{ В} \leq U_I \leq 18,0 \text{ В}$ $-100 \text{ мкА} \leq I_Q \leq -100 \text{ мА}$	4,9	5,1	25 ± 10 -40^* ; 125	В
		$5,6 \text{ В} \leq U_I \leq 45,0 \text{ В}$ $I_Q = -100 \text{ мкА}$	4,8	5,2		
U_{DR}	Остаточное напряжение	$U_I = 13,5 \text{ В}$, $I_Q = -100 \text{ мА}$	-	0,5	25 ± 10 -40^* ; 125	В
$\Delta U_{Q(U)}$	Изменение выходного напряжения при изменении входного напряжения	$6,0 \text{ В} \leq U_I \leq 32 \text{ В}$ $I_Q = -5,0 \text{ мА}$	-	40	25 ± 10 -40^* ; 125	мВ
$\Delta U_{Q(I)}$	Изменение выходного напряжения при изменении тока нагрузки	$U_I = 6,0 \text{ В}$ $-5,0 \text{ мА} \leq I_Q \leq -100 \text{ мА}$	-	-30	25 ± 10 -40^* ; 125	мВ
I_{Qmax}	Максимальный выходной ток	$U_I = 13,5 \text{ В}$, $U_Q = 4,8 \text{ В}$	-150	-500	25 ± 10 -40^* ; 125	мА
I_q	Ток потребления	$U_I = 13,5 \text{ В}$ $I_Q = -100 \text{ мкА}$	-	0,28	25 ± 10 -40^* ; 85	мА
		$U_I = 13,5 \text{ В}$, $I_Q = -10 \text{ мА}$	-	1,0	25 ± 10 -40^* ; 125	
		$U_I = 13,5 \text{ В}$, $I_Q = -50 \text{ мА}$	-	8,0	25 ± 10 -40^* ; 125	
Regterm	Термостабилизация	$U_I = 45 \text{ В}$, $-1 \text{ мА} \leq I_Q \leq -67 \text{ мА}$	-	0,5	25 ± 10	%/ВТ
Параметры генератора сброса						
U_{RT}	Пороговое напряжение включения выхода генератора сброса	-	4,5	4,8	25 ± 10 -40^* ; 125	В
$U_{RADJ.th}$	Пороговое напряжение включения по входу регулировки сброса	-	1,26	1,44	25 ± 10 -40^* ; 125	В
$U_{RO.low}$	Напряжение низкого уровня на выходе генератора сброса	$U_Q \leq 1 \text{ В}$, $R1 = 10 \text{ кОм}$	-	0,4	25 ± 10 -40^* ; 125	В
$U_{D.SAT}$	Напряжение насыщения	$U_I = 13,5 \text{ В}$	-	0,1	25 ± 10 -40^* ; 125	В
U_{DU}	Пороговое напряжение переключения выхода RO в состояние высокого уровня	-	1,4	2,2	25 ± 10 -40^* ; 125	В



Продолжение таблицы 4

Буквенное обозначение	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Температура кристалла, °С	Единица измерения
			не менее	не более		
t_{rd}	Время задержки при выключении	$U_I = 13,5 \text{ В}, I_Q = -5,0 \text{ мА}, C1 = 100 \text{ нФ}$	17	39	25 ± 10 -40*; 125	мс
$t_{rr,total}$	Суммарное время задержки при включении	$U_I = 13,5 \text{ В}, I_Q = -5,0 \text{ мА}, C1 = 100 \text{ нФ}$	-	10	25 ± 10 -40*; 125	мкс
Параметры супервизора питания						
$U_{SI,high}$	Пороговое напряжение высокого уровня по входу супервизора питания	-	1,24	1,38	25 ± 10 -40*; 125	В
$U_{SI,low}$	Пороговое напряжение низкого уровня по входу супервизора питания	-	1,15	1,28	25 ± 10 -40*; 125	В
$U_{SI,hy}$	Гистерезис включения по входу супервизора питания	-	20	160	25 ± 10 -40*; 125	мВ
I_{SI}	Входной ток супервизора питания	$U_I = 13,5 \text{ В}, U_{SI} = 2,7 \text{ В}, I_Q = -5,0 \text{ мА}$	-1,0	1,0	25 ± 10 -40*; 125	мкА
$U_{SO,low}$	Напряжение низкого уровня на выходе супервизора питания	$U_I > 5,5 \text{ В}, R1 = 10 \text{ кОм}$	-	0,4	25 ± 10 -40*; 125	В
<p>Примечания</p> <p>1 Обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - U_D – напряжение по выводу задержки сигнала сброса (контактная площадка 05); - $C1$ – емкость, подключаемая к выводу задержки сигнала сброса (контактная площадка 05); - $R1$ – сопротивление, подключаемое к контактным площадкам 15, 16. <p>2 Знак «минус» перед нормой на ток в таблицах указывает только его направление (вытекающий ток). За величину тока принимается абсолютное значение показаний измерителя тока.</p> <p>_____</p> <p>* Указана температура среды</p>						

Справочные параметры:

- коэффициент сглаживания пульсаций, PSRR, дБ, не менее – 60;
- температурный гистерезис, $T_{j,sdh}$, °С, не менее/не более – 5/30;
- пороговое напряжение переключения выхода сброса в состояние низкого уровня, U_{DL} , В, не менее/не более – 0,3/0,6;
- ток заряда, $I_{D,ch}$, мкА, не менее/не более – 3,0/15,0;
- ток разряда сброса, $I_{D,dch}$, мА, не менее/не более – 20/100;
- температура выключения схемы при повышении температуры, $T_{j,sd OFF}$, °С, не менее/не более – 151/200;
- ток короткого замыкания, I_{Qmax1} , мА, не более – минус 500.



Описание работы микросхемы

В состав микросхем входят:

- управляющий усилитель ошибки;
- блок опорного напряжения;
- регулирующий элемент;
- блок управления;
- генератор сброса;
- блок регулировки порога сброса;
- блок раннего оповещения (супервизор питания);
- температурный датчик;
- схема контроля тока и насыщения транзистора.

Управляющий усилитель ошибки сравнивает опорное напряжение, которое точно задается регулировкой резисторов, с напряжением, которое пропорционально выходному напряжению и смещает базу последовательно включенного через буфер транзистора.

Выходное напряжение U_Q контролируется с помощью сравнения части выходного напряжения (из точки R2, R3, см. рисунок 1) с внутренним опорным напряжением и управления базовым током выходного пропускающего PNP транзистора (VT2). Устойчивость схемы зависит от выходного конденсатора C4 (рисунок 2), тока нагрузки, температуры кристалла. Чтобы обеспечить устойчивую работу микросхемы, следует выполнить требования к емкости выходного конденсатора и к его последовательному эквивалентному резистору ($\leq 3 \text{ Ом}$). Поскольку выходной конденсатор также должен сглаживать перепады в нагрузке, то его номинал должен пропорционально меняться в соответствии с требованиями конкретного приложения.

Рекомендуется использовать входные конденсаторы C1, C2 (рисунок 2) для сглаживания пульсаций питающей шины. Для устойчивости работы схемы необходим выходной конденсатор C4. Конденсаторы необходимо подключать в непосредственной близости к выводам микросхемы.

Схемы защиты

Схемы защиты (схема контроля тока и насыщения транзистора и температурный датчик) предохраняют микросхему от разрушения. Эти защитные меры включают в себя ограничение выходного тока, устойчивость к обратной полярности, а также тепловую защиту.

Контроль насыщения, как функция тока нагрузки, препятствует перенасыщению мощного транзистора и ограничивает максимальный выходной ток.

Чтобы избежать избыточного рассеивания мощности, схема отработывает ограничение максимального выходного тока при входных напряжениях U_1 более 22 В.

Температурный сброс выходного напряжения происходит при разогреве схемы до температуры кристалла $\sim 170 \text{ }^\circ\text{C}$.

Схема тепловой защиты предохраняет микросхему от разрушения при условиях отказа (например, длительное короткое замыкание на выходе), отключая мощный выходной транзистор VT2 (рисунок 1). После остывания кристалла (при $\sim 155 \text{ }^\circ\text{C}$) микросхема снова начинает работать. Это приводит к режиму генерации выходного напряжения до тех пор, пока неисправность не будет устранена. При температуре кристалла выше $150 \text{ }^\circ\text{C}$ уменьшается долговечность микросхемы, т.к. это выходит за максимальный рабочий диапазон.



Микросхема допускает отрицательное напряжение питания. При условиях данного сбоя в микросхему втекают небольшие токи, увеличивая температуру кристалла. Это также следует учитывать при расчете тепловых характеристик конструкции, обращая внимание на то, что схема тепловой защиты при условиях обратной полярности не работает.

Функция сброса

Микросхема имеет информационный выход генератора сброса RO и с его помощью может выдавать информацию о своем состоянии. В нормальном режиме работы микросхемы напряжение на выходе генератора сброса находится в высоком уровне. В случае перегрева кристалла, либо понижения входного напряжения ниже нормы, либо перегрузки выхода, либо при превышении мощности рассеивания на микросхеме, выход сброса переходит в состояние низкого уровня (напряжение $U_{RO,low} < 0,4$ В).

Схема электрическая структурная функции сброса приведена на рисунке 3.

Емкость C1 (см. рисунок 3), подключенная к выводу задержки сигнала сброса D, регулирует временные параметры функции сброса. Зарядом-разрядом емкости управляет встроенный генератор сброса.

Переход напряжения на выходе генератора сброса из низкого уровня в высокий уровень происходит при заряде емкости C1 до уровня порогового напряжения переключения выхода RO в состояние высокого уровня U_{DU} через определенное время задержки при выключении t_{rd} , значение которого определяется номиналом емкости C1.

Переход напряжения на выходе генератора сброса из высокого уровня в низкий уровень происходит при снижении напряжения на выводе D (емкость C1 разряжается) в момент достижения этого напряжения значения U_{DU} . Начало снижения (разряда емкости), либо роста (заряда емкости) напряжения на выводе задержки сигнала сброса происходит по уровню порогового напряжения включения выхода генератора сброса U_{RT} .

Кроме того, функция сброса имеет следующие особенности и характеристики:

- производит сброс при недостаточном напряжении на входе U_I , в этом случае напряжение генератора сброса на выходе RO устанавливается в состояние низкого уровня. Этот сигнал может быть использован для сброса микроконтроллера при низком напряжении питания;

- имеет время задержки при выключении t_{rd} - позволяет микроконтроллеру и генератору сброса начать работу. Время задержки при выключении t_{rd} – это интервал времени от момента достижения на выходе Q порогового напряжения включения выхода генератора сброса U_{RT} до того, как выход генератора сброса RO переходит из состояния низкого уровня с состояние высокого уровня. Время задержки при выключении t_{rd} определяется внешним конденсатором задержки C1 (рисунок 3), который подключен к выводу задержки сигнала сброса D и заряжается током заряда конденсатора $I_{D,ch}$, начиная с $U_D = 0$ В.

Если для применения микросхемы потребителю необходимо изменить время задержки при выключении t_{rd} и установить его значение, отличное от значения, приведенного в таблице 4, то в зависимости от требуемого времени задержки при выключении, значение емкости конденсатора C1, нФ, рассчитывается по формуле

$$C1 = \frac{t_{rd,new}}{t_{rd}} \cdot 47 \text{ нФ} \quad , \quad (1)$$

где $t_{rd,new}$ - требуемое время задержки при выключении, мс;

t_{rd} - время задержки при выключении, указанное в таблице 4, мс.

Для точного вычисления также учитываются допуски конденсатора C1;



- имеет время задержки при включении t_{rr} .

Время задержки при включении (время реакции сброса) t_{rr} исключает ситуацию, когда короткие недостаточные по амплитуде импульсы снижения напряжения могут запустить нежелательный низкий сигнал сброса. Суммарное время задержки при включении $t_{rr,total}$ учитывает внутреннее время задержки при включении $t_{rr,int}$ и время задержки при включении $t_{rr,d}$, определяемое внешним конденсатором задержки $C1$.

Суммарное время задержки при включении $t_{rr,total}$, мкс, рассчитывается по формуле

$$t_{rr,total} = t_{rd,int} + t_{rr,d} \quad (2)$$

где $t_{rd,int}$ - внутреннее время задержки при включении, мкс;

$t_{rr,d}$ - время задержки при включении, мкс;

- внешний заряжающий резистор R_{RO} выхода генератора сброса – требуется для подключения к выходу генератора сброса RO , т.к. это выход с открытым коллектором. Значение сопротивления внешнего заряжающего резистора $R3 \geq 10$ кОм.

Функция регулировки параметров сброса

Микросхема имеет вход регулировки сброса $RADJ$, в зависимости от напряжения, на котором меняется значение порогового напряжения включения выхода генератора сброса U_{RT} . Это напряжение называется «Пороговое напряжение включения по входу регулировки сброса», $U_{RADJ.th}$. При напряжении на входе регулировки сброса меньше $U_{RADJ.th}$, значение U_{RT} лежит в пределах (4,5 ÷ 4,8) В. Если напряжение на входе регулировки сброса больше $U_{RADJ.th}$, значение U_{RT} становится меньше 4,5 В. Типовое значение $U_{RADJ.th}$ составляет 1,35 В.

Пороговое напряжение включения по входу регулировки сброса при недостаточном входном напряжении U_I может регулироваться согласно потребностям применения схемы с помощью подключения внешнего резистивного делителя напряжения (резисторы $R1$, $R2$, см. рисунок 3) на вывод $RADJ$. Для выбора заданного внутренними цепями схемы порога следует подключить вывод $RADJ$ на GND .

При расчете значений делителя напряжения необходимо учитывать дополнительный ток, текущий через резисторы $R1$, $R2$.

При подключенном делителе напряжения на $R1$, $R2$ требуемое значение порогового напряжения включения по входу регулировки сброса $U_{RADJ.th,new}$, В, вычисляется по формуле

$$U_{RADJ.th,new} = \frac{R1 + R2}{R2} \times U_{RADJ.th} \quad (3)$$

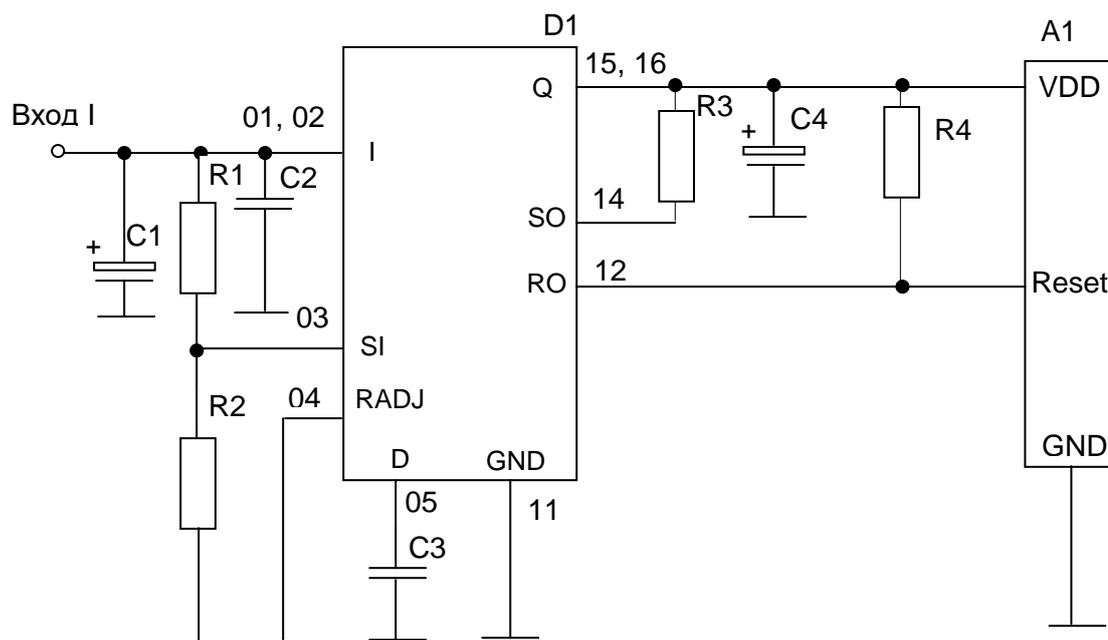
где $R1$, $R2$ - резисторы внешнего делителя напряжения (см. рисунок 3), кОм;

$U_{RADJ.th}$ - пороговое напряжение включения по входу регулировки сброса, приведенное в таблице 4, В.

Функция раннего оповещения (супервизора питания)

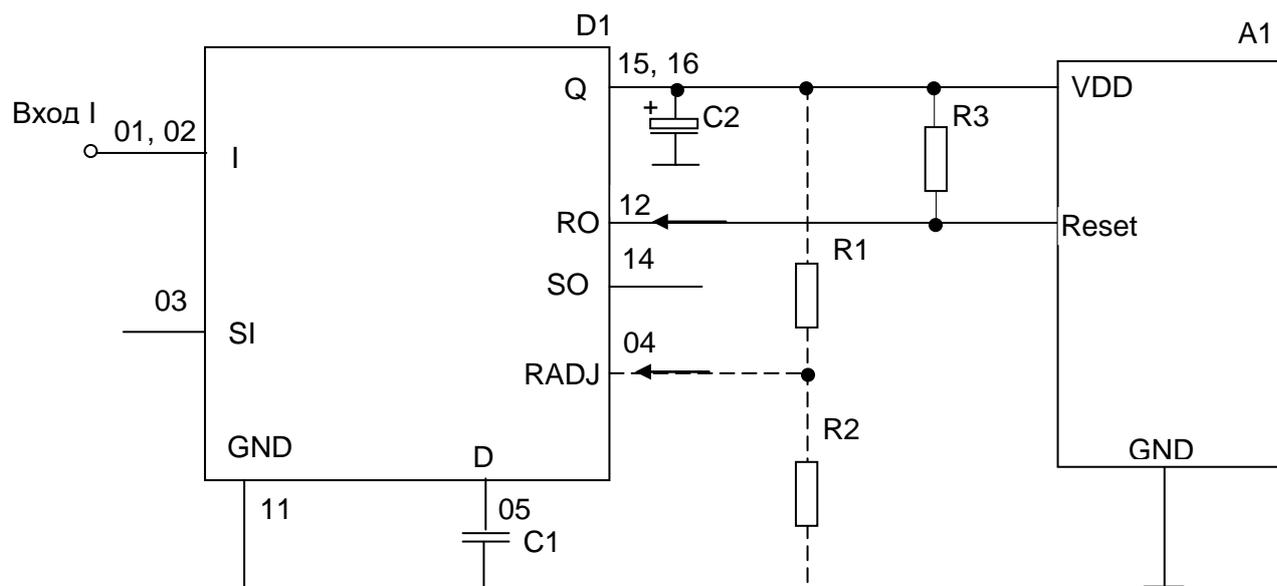
Дополнительный компаратор считывания обеспечивает функцию раннего оповещения - может быть отслежено любое напряжение (например, входное напряжение U_I). Условие снижения входного напряжения отображается при установке выхода супервизора питания SO в низкий уровень.





- A1 – микроконтроллер
- C1 – конденсатор электролитический емкостью 1000 мкФ ± 20 %
- C2 – конденсатор емкостью 470 нФ ± 20 %
- C3 – конденсатор емкостью 100 нФ ± 20 %
- C4 – конденсатор электролитический емкостью 10 мкФ ± 30 %
- D1 – микросхема
- R1, R3, R4 – резисторы сопротивлением 20 кОм ± 5 %
- R2 – резистор сопротивлением 4 кОм ± 5 %

Рисунок 2 –Типовая схема включения микросхемы



A1 - микроконтроллер

C1 – конденсатор емкостью 100 нФ $\pm 20\%$

C2 – конденсатор электролитический емкостью 10 мкФ $\pm 30\%$

D1 – микросхема

R1, R2 – резисторы внешнего делителя

R3 – резистор сопротивлением 10 кОм $\pm 5\%$

Рисунок 3 – Схема электрическая структурная функции сброса

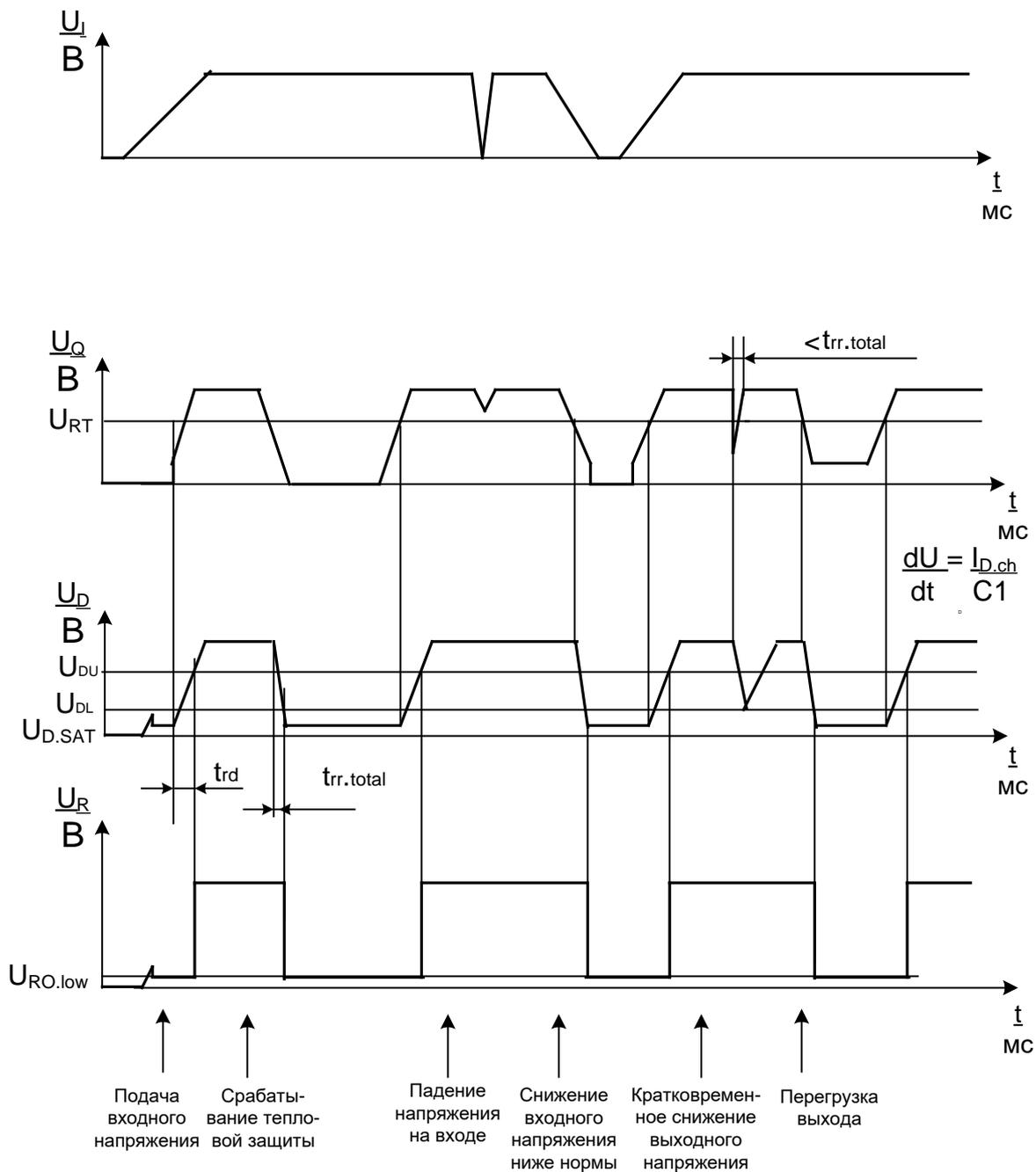


Рисунок 4 – Временная диаграмма работы микросхемы



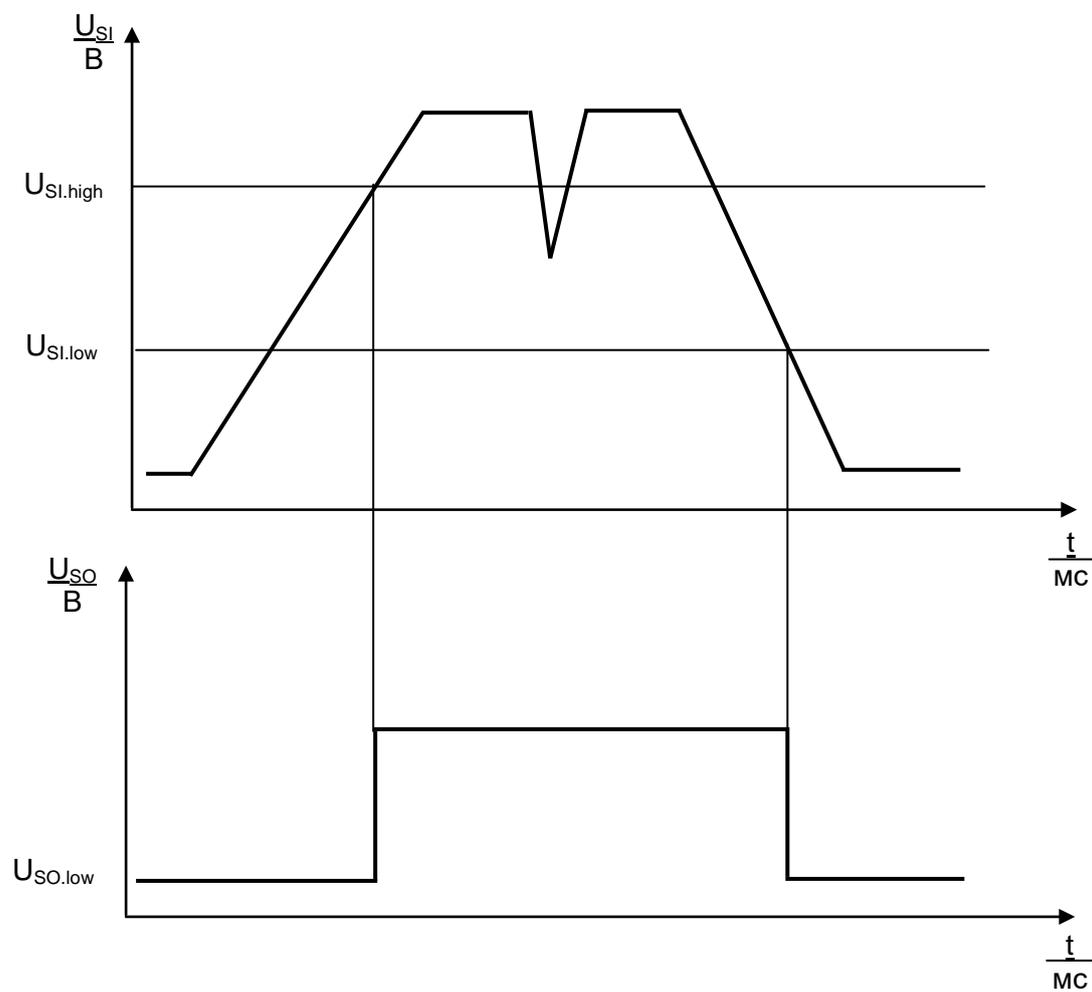
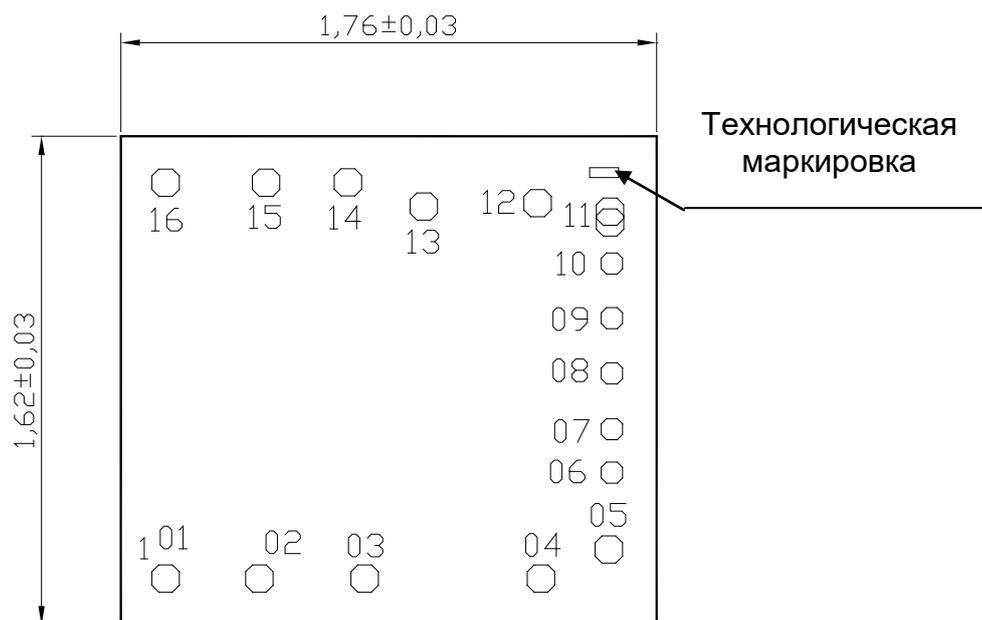


Рисунок 5 – Временная диаграмма работы супервизора питания



Технологическая маркировка на кристалле «42794» с координатами, мм: левый нижний угол $x = 1,540$, $y = 1,483$.
Толщина кристалла $0,35 \pm 0,02$ мм.

Рисунок 6 – Габаритный чертеж кристалла

Координаты контактных площадок указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Таблица координат контактных площадок

Номер контактной площадки	Координаты (левый нижний угол), мм	
	X	Y
01	0,102	0,109
02	0,410	0,109
03	0,756	0,109
04	1,335	0,109
05	1,558	0,205
06	1,578	0,470
07	1,578	0,614
08	1,578	0,799
09	1,578	0,982
10	1,578	1,163
11	1,562	1,289
12	1,324	1,353
13	0,950	1,342
14	0,701	1,422
15	0,432	1,421
16	0,102	1,421

Примечания

1 Координаты и размер контактных площадок даны по слою «Пассивация».

2 Размер контактных площадок 01 – 05, 12, 14 - 16 - 0,09 x 0,09 мм, размер контактных площадок 06 – 10, 13 - 0,07 x 0,07 мм, размер контактной площадки 11 - 0,09 x 0,126 мм

Толщина и состав металла на планарной стороне	Al+1%Si	1,2±0,1 мкм
Толщина и состав металла на непланарной стороне		-

