



ПОВЫШАЮЩИЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С ТОКОМ НАГРУЗКИ ДО 1,0 А

(Функциональный аналог LT1308B ф. «Linear Technology»)

Микросхема IZ1308B – повышающий импульсный преобразователь напряжения с током нагрузки до 1,0 А. Микросхема IZ1308B предназначена для применения в источниках питания аппаратуры.

Поставка микросхем проводится в пластинах (неразделенные) и в виде отдельных кристаллов.

Основные характеристики:

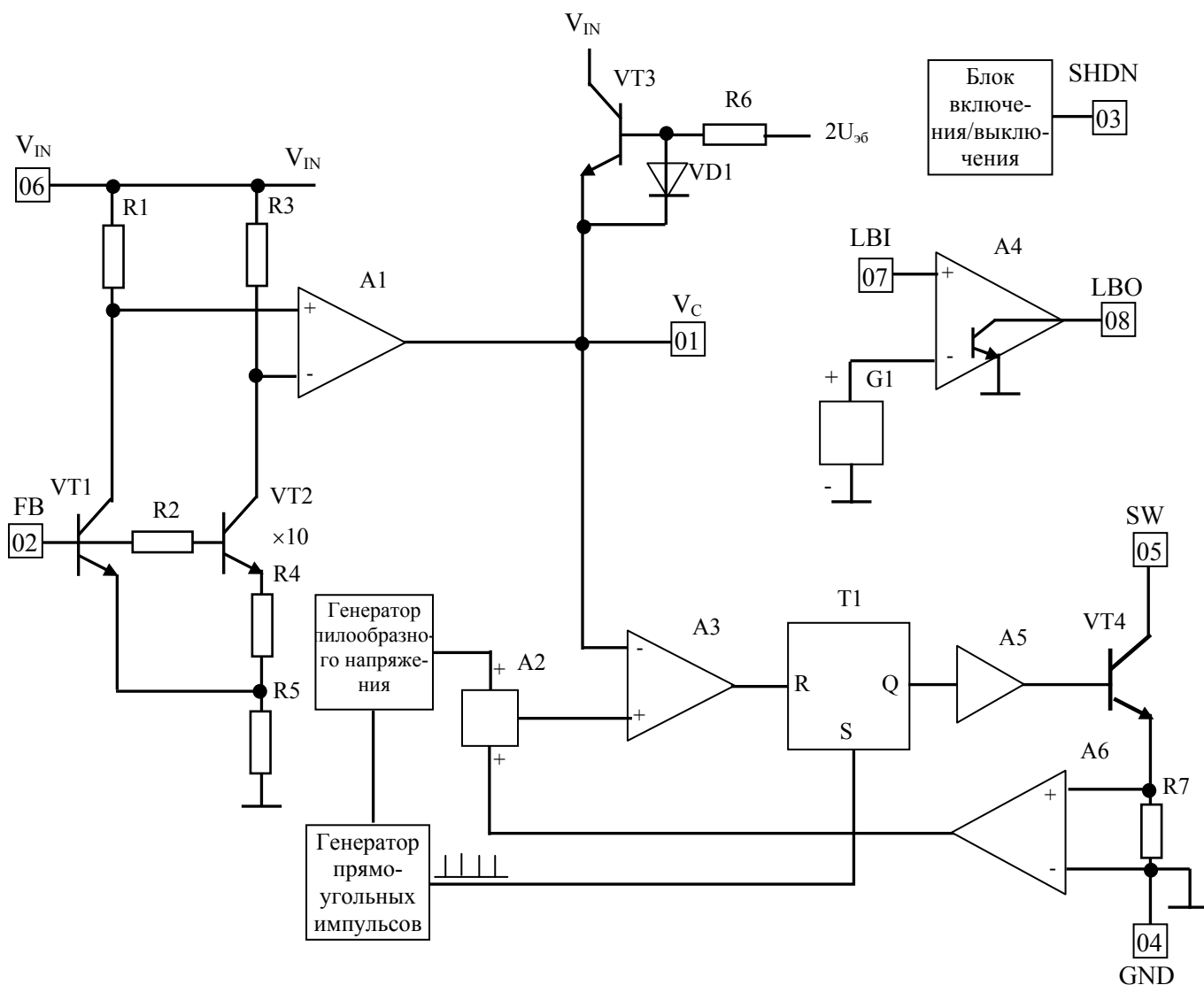
- диапазон входного напряжения от 1,0 до 10,0 В;
- выходное напряжение – регулируемое от 1,22 до 34,00 В;
- фиксированная рабочая частота – 600 кГц;
- максимальный ток в выключенном состоянии не более 1,0 мкА;
- детектор низкого заряда батареи (200 мВ ± 2%);
- ток нагрузки до 1,0 А (зависит от соотношения между входным и выходным напряжениями);
- диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 85 °С;
- допустимое значение потенциала статического электричества 2000 В.

Таблица 1 – Назначение выводов и контактных площадок

Номер контактной площадки кристалла	Обозначение	Назначение
01-06	GND	Общий вывод
07-12	SW	Выход
13, 14	V _{IN}	Вход
20	LBI	Вход детектора низкого заряда батареи
21	LBO	Выход детектора низкого заряда батареи
30	V _C	Вывод компенсации
31	FB	Вывод обратной связи
32	SHDN	Вывод включения/выключения

Примечание – контактные площадки 15-19, 22-29, 33-37 не развариваются (тестовые площадки).





- A1 – усилитель сигнала ошибки
 A2 – сумматор
 A3 – ШИМ-компаратор
 A4 – детектор низкого заряда батареи
 A5 – драйвер
 A6 – блок защиты от превышения выходного тока
 G1 – источник постоянного напряжения 200 мВ
 R1 – R7 – резисторы
 T1 – RS – триггер
 VD1 – диод
 VT1 – VT4 – транзисторы

Рисунок 1 – Схема электрическая структурная



Таблица 2 – Предельные электрические режимы

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_{вх}$	Входное напряжение	0	10	В
$U_{вкл/выкл}$	Напряжение на выводе включения/выключения SHDN	0	10	В
U_{LBO}	Напряжение на выходе LBO	0	10	В
$U_{вых1}$	Напряжение на выходе SW	-0,4	36	В
$U_{ос1}$	Напряжение на выводе обратной связи FB	–	$U_{вх}+1$	В
$U_{к1}$	Напряжение на выводе компенсации Vc	–	2,0	В
U_{LBI1}	Напряжение на входе LBI	-0,1	1,0	В
$P_{рас}$	Рассеиваемая мощность ¹⁾	–	1,8	Вт

Примечание – Одновременное воздействие нескольких предельных режимов не допускается.

¹⁾ При температуре среды $T_{ОКР} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.
 Мощность, рассеиваемую микросхемой в условном корпусе $P_{рас}$, Вт, при температуре среды $T_{ОКР}$ от плюс 25 до плюс 85 $^\circ\text{C}$ определяют по формуле

$$P_{рас} = (125 - T_{ОКР}) / R_{Т\text{ КР-ОКР}}, \quad (1)$$

где 125 – температура кристалла, $^\circ\text{C}$;
 $T_{ОКР}$ – температура среды, $^\circ\text{C}$;
 $R_{Т\text{ КР-ОКР}}$ – тепловое сопротивление кристалл - среда, $^\circ\text{C/Вт}$

Таблица 3 – Предельно-допустимые режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_{вх}$	Входное напряжение	1	10	В
$U_{вкл/выкл}$	Напряжение на выводе включения/выключения SHDN	0	10	В
U_{LBO}	Напряжение на выходе LBO	0	10	В
U_{LBI1}	Напряжение на входе LBI	-0,1	1,0	В
$P_{рас}$	Рассеиваемая мощность ¹⁾	–	1,5	Вт

¹⁾ При температуре среды $T_{ОКР} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.
 Мощность, рассеиваемую микросхемой в условном корпусе $P_{рас}$, Вт, при температуре среды $T_{ОКР}$ от плюс 25 до плюс 85 $^\circ\text{C}$ определяют по формуле (1)



Таблица 4 – Электрические параметры микросхемы IZ1308B

Обозначение параметра	Наименование параметра, единица измерения	Режим измерения	Норма		Температура среды, °С	Единица измерения
			не менее	не более		
U_{oc}	Напряжение обратной связи	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	1,19	1,25	-40; 85	В
$I_{пот}$	Ток потребления	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	–	4,0	-40; 85	мА
$I_{пот. жд}$	Ток потребления в ждущем режиме	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = 0 В$	–	1,0	-40; 85	мкА
I_{oc}	Ток смещения по выводу обратной связи	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	–	100	-40; 85	нА
K_U	Нестабильность по напряжению	$1,2 В \leq U_{вх} \leq 2,0 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	–	0,4	-40; 85	%/В
		$2,0 В \leq U_{вх} \leq 10 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	–	0,2		
$f_{ген}$	Частота генерирования	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	500	700	-40; 85	кГц
$K_{зап. max}$	Максимальный коэффициент заполнения	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	82	–	-40; 85	%
$I_{вых. max}$	Порог срабатывания защиты от превышения выходного тока	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	2,0	–	25 ± 10	А
$I_{вх}^1$	Входной ток высокого уровня по выводу включения/выключения	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = 1,1 В$	–	5,0	-40; 85	мкА
		$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = 6,0 В$	–	40		
$I_{вх}^0$	Входной ток низкого уровня по выводу включения/выключения	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = 0 В$	–	0,1	25 ± 10	мкА
U_{LBI}	Пороговое напряжение на входе LBI	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх}$	196	204	25 ± 10	мВ
			194	206	-40; 85	
U_{LBO_L}	Напряжение низкого уровня на выводе LBO	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх};$ $I_{LBO} = 50 мкА$	–	0,25	-40; 85	В
$I_{ут. LBO}$	Ток утечки по выводу LBO	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх};$ $U_{LBI} = 250 мВ;$ $U_{LBO} = 5,0 В$	–	0,1	-40; 85	мкА
I_{LBI}	Ток смещения по выводу LBI	$U_{вх} = 1,2 В;$ $U_{вкл/выкл} = U_{вх};$ $U_{LBI} = 150 мВ$	–	$ -100 $	25 ± 10	нА



Продолжение таблицы 4

Обозначение параметра	Наименование параметра, единица измерения	Режим измерения	Норма		Температура среды, °С	Единица измерения
			не менее	не более		
$I_{\text{ут. вых}}$	Ток утечки по выходу	$U_{\text{вх}} = 1,2 \text{ В};$ $U_{\text{вкл/выкл}} = U_{\text{вх}};$ $U_{\text{вых1}} = 5,0 \text{ В}$	–	10	-40; 85	мкА
Примечание – Режим измерений и эксплуатации микросхемы должен обеспечивать температуру р-п перехода не более 125 °С						



Описание работы микросхемы

Микросхема содержит следующие основные блоки:

- источник опорного напряжения (1,22 В),
- генератор пилообразного напряжения и генератор прямоугольных импульсов с частотой 600 кГц,
- усилитель сигнала ошибки,
- ШИМ-компаратор,
- RS-триггер,
- блок включения-выключения,
- блок защиты от превышения выходного тока,
- выходной транзистор, обеспечивающий ток нагрузки не менее 1,0 А,
- детектор низкого заряда батареи.

При расчете учитывать, что входное напряжение должно быть всегда меньше выходного напряжения.

Невозможно обеспечить ток 1,0 А при любых сочетаниях входного и выходного напряжения.

Для расчета преобразователя напряжения необходимы следующие исходные данные:

- 1) номинальное выходное напряжение: $U_{\text{вых}}$;
- 2) если есть, справочные зависимости КПД преобразователя (η) на основе микросхемы от тока нагрузки (если нет конкретной зависимости, используем для расчета $\eta=80\%$).

1 Расчет максимального выходного тока нагрузки при заданном выходном напряжении и диапазона входных напряжений

Сначала определяется коэффициент заполнения для минимального напряжения из выбранного диапазона входных напряжений. Используем для расчета минимальное напряжение из диапазона входных напряжений, т.к. оно приводит к максимальному значению тока, протекающего через ключ (мощный выходной транзистор).

Коэффициент заполнения $K_{\text{зап}}$, %, определяется по формуле

$$K_{\text{зап}} = 1 - \frac{U_{\text{вх}(\text{min})} \cdot \eta}{U_{\text{вых}}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{вх}(\text{min})}$ – минимальное напряжение из выбранного диапазона входных напряжений, В;

$U_{\text{вых}}$ – выбранное выходное напряжение, В;

η – КПД преобразователя, %.

Значение пульсаций тока, протекающего через катушку индуктивности ΔI_L , А, рассчитывается по формуле

$$\Delta I_L = \frac{U_{\text{вх}(\text{min})} \cdot K_{\text{зап}}}{f_{\text{ген}(\text{min})} \cdot L}, \quad (3)$$

где $U_{\text{вх}(\text{min})}$ – минимальное входное напряжение, В;

$K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения, рассчитанный по формуле (2), %;

$f_{\text{ген}(\text{min})}$ – минимальная частота генерирования, кГц;

L – выбранное значение индуктивности (для выбора см. пункт 3), мкГн.

Определяется максимальный выходной ток нагрузки $I_{\text{вых(max)}}$, А, по формуле

$$I_{\text{вых(max)}} = \left(I_{\text{вых.max(min)}} - \frac{\Delta I_L}{2} \right) \cdot (1 - K_{\text{зап}}), \quad (4)$$

где $I_{\text{вых.max(min)}}$ – минимальная величина параметра «порог срабатывания защиты от превышения выходного тока», А;

ΔI_L – значение пульсаций тока через катушку индуктивности, рассчитанное по формуле (3), А;

$K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения, рассчитанный по формуле (2), %.

Если полученное расчетное значение $I_{\text{вых(max)}}$ немного ниже требуемого максимального выходного тока $I_{\text{вых(max)}}$, то можно увеличить номинал индуктивности, т.к. при этом уменьшаются пульсации тока через катушку индуктивности и увеличивается максимальный выходной ток. Если расчетное значение $I_{\text{вых(max)}}$ получится больше требуемого максимального выходного тока $I_{\text{вых(max)}}$, то максимальный ток через ключ $I_{\text{кл(max)}}$, А, можно определить по формуле

$$I_{\text{кл(max)}} = \frac{\Delta I_L}{2} + \frac{I_{\text{вых(max)}}}{1 - K_{\text{зап}}}, \quad (5)$$

где ΔI_L – значение пульсаций тока через катушку индуктивности, рассчитанное по формуле (3);

$I_{\text{вых(max)}}$ – требуемый максимальный выходной ток, А;

$K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения, рассчитанный по формуле (2), %.

$I_{\text{кл(max)}}$ представляет собой пиковый ток, который должны выдерживать внешняя индуктивность, диод Шоттки и встроенный в микросхему ключ (мощный выходной транзистор).

2 Расчет минимального входного напряжения $U_{\text{вх(min)}}$, В, при заданном выходном напряжении и выходном токе нагрузки

Минимальное напряжение $U_{\text{вх(min)}}$, В, рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{вх(min)}} = \frac{I_{\text{вых(max)}} \cdot U_{\text{вых}}}{I_{\text{вых.max(min)}}} \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (6)$$

где $I_{\text{вых(max)}}$ – выбранный максимальный выходной ток нагрузки, А;

$U_{\text{вых}}$ – выбранное выходное напряжение, В;

$I_{\text{вых.max(min)}}$ – минимальная величина параметра «порог срабатывания защиты от превышения выходного тока», А;

η – КПД преобразователя, %.

3 Выбор катушки индуктивности

Подходящие индуктивности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) выдерживать ток 2,0 А в установившемся режиме и более 3,0 А в неустановившемся режиме (переходной процесс, ток при запуске);

2) сопротивление постоянному току (DCR) индуктивности должно быть не более 0,05 Ом.

Подходящие значения индуктивности варьируются в пределах от 2,0 до 20,0 мкГн (для большинства применений подходит 10,0 мкГн). Чем больше значение индуктивности, тем больше максимальный выходной ток вследствие уменьшения пульсаций тока через катушку индуктивности.



Чем меньше значение индуктивности, тем меньше габариты устройства. Номинальный ток катушки индуктивности всегда должен быть больше максимального тока, приведенного в формуле (5), так как данный ток увеличивается при уменьшении индуктивности (из-за увеличения пульсаций тока).

Для расчета подходящего значения индуктивности L , мкГн, можно использовать следующую формулу:

$$L = \frac{U_{\text{вх}} \cdot (U_{\text{вых}} - U_{\text{вх}})}{\Delta I_L \cdot f_{\text{ген}(\text{min})} \cdot U_{\text{вых}}}, \quad (7)$$

где $U_{\text{вх}}$ – выбранное значение входного напряжения, В;

$U_{\text{вых}}$ – выбранное выходное напряжение, В;

$f_{\text{ген}(\text{min})}$ – минимальная величина параметра «частота генерирования», кГц;

ΔI_L – ожидаемое значение пульсаций тока через катушку индуктивности, см. ниже, А.

Значение пульсаций тока через катушку индуктивности нельзя рассчитать по формуле (3), т.к. значение индуктивности неизвестно. Оптимальным для пульсаций тока считается значение в диапазоне от 20 до 40 % от выходного тока.

$$\Delta I_L = (0,2 \div 0,4) \cdot I_{\text{вых}(\text{max})} \cdot \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}, \quad (8)$$

где $I_{\text{вых}(\text{max})}$ – выбранный максимальный выходной ток.

4 Выбор выпрямительного диода

Для уменьшения потерь следует использовать диоды Шоттки. Номинальный прямой ток диода должен быть равен максимальному выходному току.

$$I_F = I_{\text{вых}(\text{max})}, \quad (9)$$

где I_F – среднее значение прямого тока диода, А;

$I_{\text{вых}(\text{max})}$ – выбранный максимальный выходной ток, А.

Пиковый ток диода Шоттки намного больше среднего номинального тока.

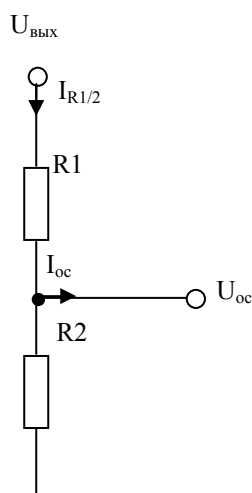
Диод должен выдерживать рассеиваемую мощность $P_{\text{РАС}}$, Вт, рассчитываемую по формуле

$$P_{\text{РАС}} = I_F \cdot U_F, \quad (10)$$

где I_F – среднее значение прямого тока диода, А;

U_F – прямое напряжение диода, В.





R1, R2 - резисторы

Рисунок 2 – Резистивный делитель

5 Задание выходного напряжения

Ток протекающий через резистивный делитель $I_{R2/3}$, А, должен быть как минимум в 100 раз больше тока смещения $I_{ос}$, А, по выводу обратной связи:

$$I_{R2/3} \geq 100 \cdot I_{ос}, \quad (11)$$

где $I_{R1/2}$ – ток через резистивный делитель, А;

$I_{ос}$ – ток смещения по выводу обратной связи, А.

При этом к измеряемому напряжению добавляется погрешность меньше 1 %.

Единственным недостатком меньших значений сопротивлений резисторов в делителе является увеличение потерь мощности в резистивном делителе, но точность получится немного выше.

Резисторы резистивного делителя рассчитывают следующим образом:

$$R3 \leq \frac{U_{ос}}{I_{R2/3}}, \quad (12)$$

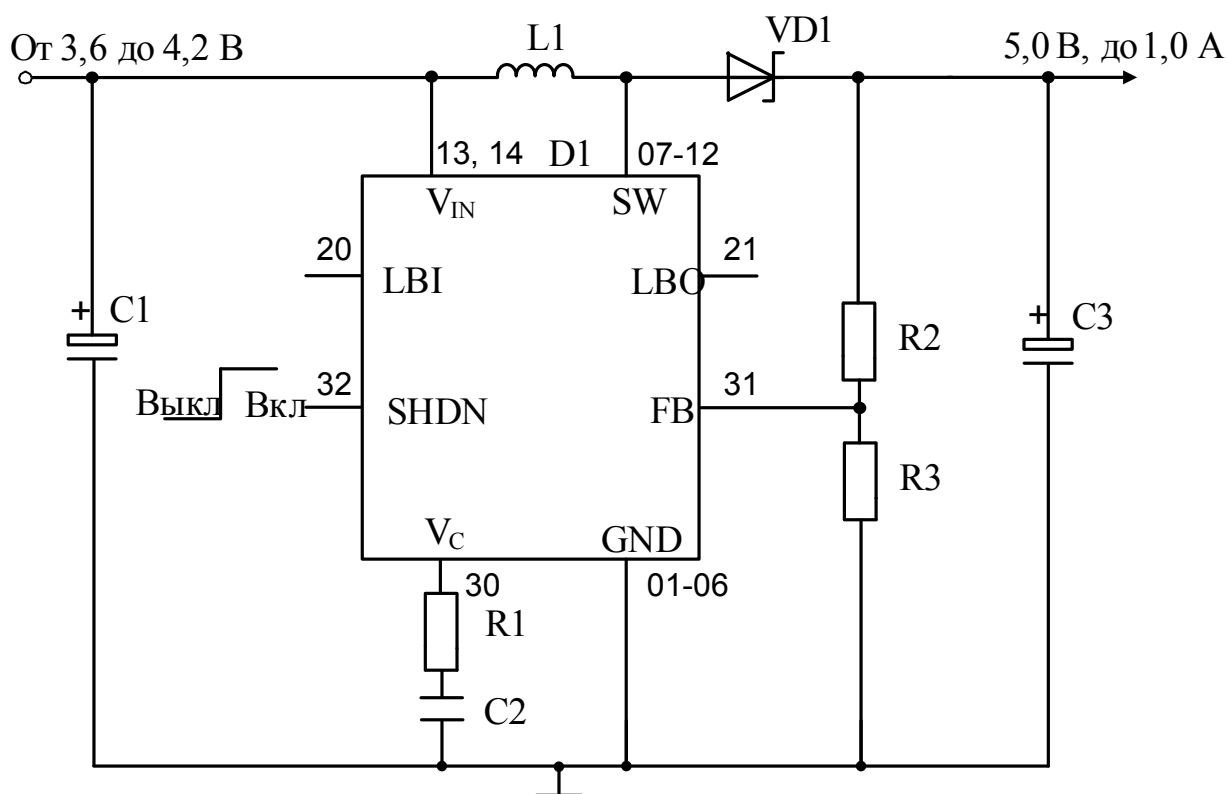
$$R2 = R3 \cdot \left(\frac{U_{вых}}{U_{ос}} - 1 \right), \quad (13)$$

где $U_{вых}$ – выбранное выходное напряжение, В;

$U_{ос}$ – напряжение обратной связи, В.

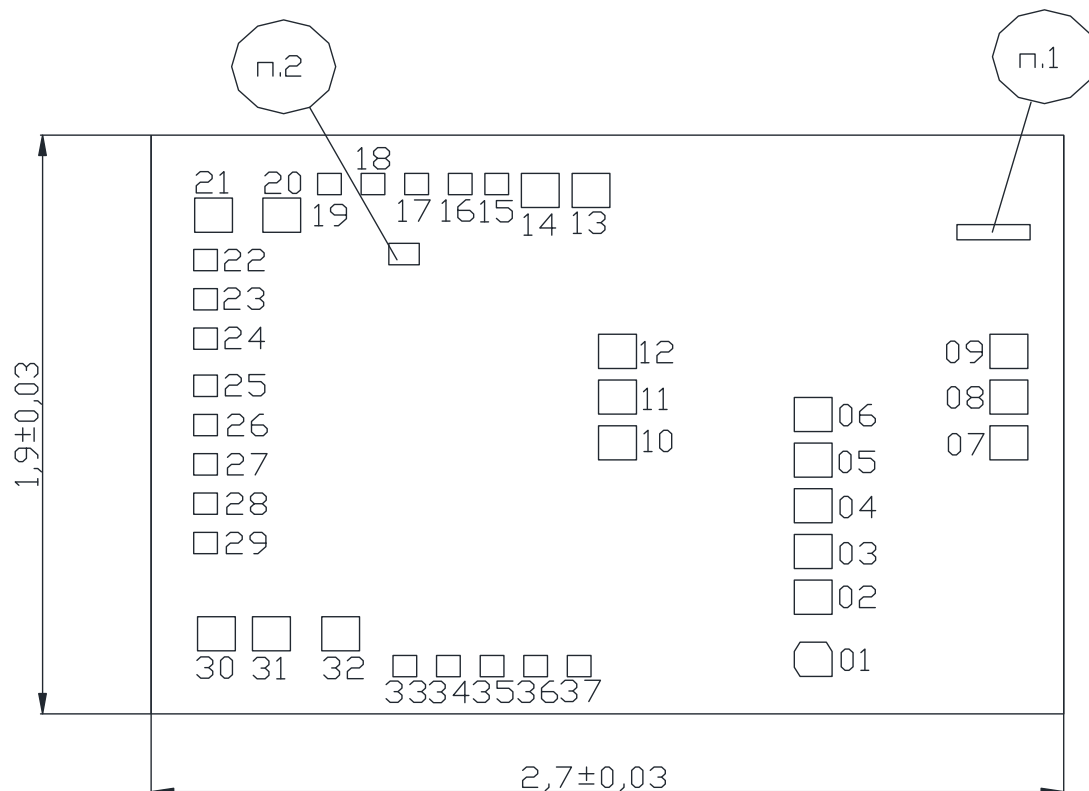
6 Выбор RC-цепочки на выводе компенсации

Для сглаживания сигнала на выводе компенсации и уменьшении пульсаций на выходе, допускается увеличение номинала конденсатора в RC-цепочке на выводе компенсации.



- C1 – конденсатор танталовый емкостью 47 мкФ, 10 В
 C2 – конденсатор керамический емкостью 1,0 нФ
 C3 – конденсатор танталовый емкостью 220 мкФ, 6,0 В
 D1 – микросхема
 L1 – катушка индуктивности 10 мкГн, максимальный ток не менее 3,0 А
 R1 – резистор сопротивлением 100 кОм \pm 5,0 %
 R2 – резистор сопротивлением 309 кОм \pm 0,1 %
 R3 – резистор сопротивлением 100 кОм \pm 0,1 %
 VD1 – диод Шотки 15 В, быстродействующий, максимальный ток не менее 1,5 А

Рисунок 3 – Типовая схема применения микросхемы



Технологическая маркировка на кристалле:

1 «1308В» с координатами, мм: левый нижний угол $x = 2,404$; $y = 1,556$.

2 «20» с координатами, мм: левый нижний угол $x = 0,703$; $y = 1,4745$.

Толщина кристалла $0,35 \pm 0,02$ мм.

Рисунок 4 – Габаритный чертеж кристалла

Координаты контактных площадок указаны в таблице 5.

Таблица 5

Номер контактной площадки	Координаты (левый нижний угол), мм		Размер контактных площадок, мм
	X	Y	
01	1,903	0,123	0,112 x 0,112
02	1,903	0,327	0,112 x 0,112
03	1,903	0,477	0,112 x 0,112
04	1,903	0,627	0,112 x 0,112
05	1,903	0,777	0,112 x 0,112
06	1,903	0,927	0,112 x 0,112
07	2,482	0,834	0,112 x 0,112
08	2,482	0,984	0,112 x 0,112
09	2,482	1,134	0,112 x 0,112
10	1,324	0,834	0,112 x 0,112
11	1,324	0,984	0,112 x 0,112
12	1,324	1,134	0,112 x 0,112
13	1,2455	1,662	0,112 x 0,112
14	1,0955	1,662	0,112 x 0,112
15	0,9875	1,704	0,070 x 0,070
16	0,8795	1,704	0,070 x 0,070
17	0,7505	1,704	0,070 x 0,070
18	0,6215	1,704	0,070 x 0,070
19	0,4925	1,704	0,070 x 0,070
20	0,3305	1,581	0,112 x 0,112
21	0,1285	1,581	0,112 x 0,112
22	0,126	1,455	0,070 x 0,070
23	0,126	1,326	0,070 x 0,070
24	0,126	1,197	0,070 x 0,070
25	0,126	1,042	0,070 x 0,070
26	0,126	0,913	0,070 x 0,070
27	0,126	0,784	0,070 x 0,070
28	0,126	0,655	0,070 x 0,070
29	0,126	0,526	0,070 x 0,070
30	0,137	0,207	0,112 x 0,112
31	0,300	0,207	0,112 x 0,112
32	0,5045	0,207	0,112 x 0,112
33	0,7155	0,122	0,070 x 0,070
34	0,8445	0,122	0,070 x 0,070
35	0,9735	0,122	0,070 x 0,070
36	1,1025	0,122	0,070 x 0,070
37	1,2315	0,122	0,070 x 0,070

Примечания

- 1 Координаты и размеры контактных площадок даны по слою «Пассивация».
- 2 Первая контактная площадка обозначена скосами с трех сторон.

