

МИКРОСХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ

ОПИСАНИЕ

IL44608N40, IL44608N75, IL44608N100 (далее IL44608N) – высокоэффективный контроллер напряжения для автономных преобразователей. Это высоковольтная схема с интегрированным источником стартового тока и генераторной емкостью, требующая мало внешних элементов и обеспечивающая гибкость применения и высокую надежность.

Устройство также характеризуется высокоэффективным управлением в дежурном режиме, заключающимся в эффективном функционировании пульсирующего режима.

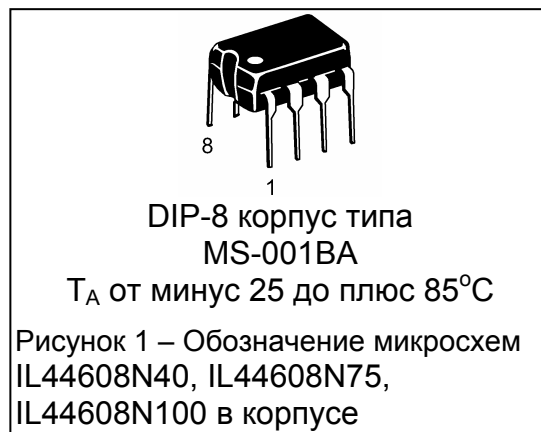


Таблица 1 – Классификация микросхем

Обозначение микросхемы	Частота переключения, кГц
IL44608N40	40
IL44608N75	75
IL44608N100	100

Основные характеристики:

- встроенный источник стартового тока;
- запуск от высоковольтной сети без потерь;
- непосредственное функционирование от высоковольтной сети;
- быстрый запуск.

Общие характеристики:

- гибкость;
- управление коэффициентом заполнения;
- защита от пониженного напряжения с гистерезисом;
- встроенный генератор с частотой переключения 40, 75 и 100 кГц;
- управление со вторичной обмотки с малым количеством внешних элементов.

Защита:

- ограничение максимального коэффициента заполнения;
- ограничение тока в каждом цикле;
- защита от размагничивания (детектор нулевого тока);
- защита от перенапряжения V_{CC} (против разрыва обратной связи);
- программируемая низко инерционная защита от перенапряжения (против разрыва обратной связи);
- температурная защита.

Контроллер импульсного источника питания:

- режим вспышки для очень высокой эффективности при низкой выходной мощности;
- запуск без потерь;
- низкое dU/dt для низкого излучения электромагнитных помех.

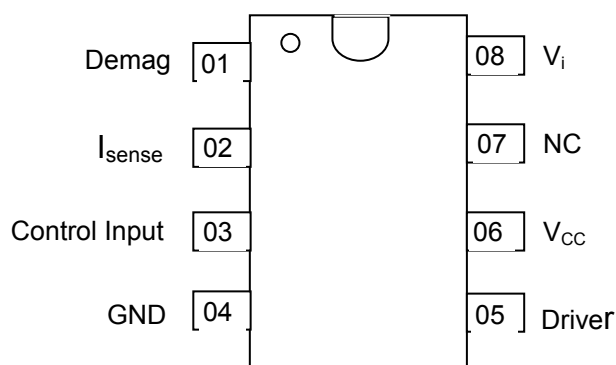


Рисунок 2 – Обозначение выводов в корпусе

Таблица 2 – Назначение выводов микросхемы

Номер вывода	Обозначение	Назначение
01	Demag	Детектор нулевого напряжения (50 мВ), детектор токов 24 и 120 мкА
02	I_{sense}	Вход детектора тока
03	Control Input	Вход управления
04	GND	Общий вывод
05	Driver	Выход микросхемы
06	V_{cc}	Вывод питания от источника напряжения
07	NC	Вывод свободный
08	V_i	Вывод высоковольтного питания (500 В)

Таблица 3 – Предельно допустимые и предельные режимы

Наименование параметров режима, единица измерения	Буквенное обозначение	Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В	U_{CC}	10.5	15.8	-1.0	16
Ток потребления, мА	I_{CC}	-	30	-	-
Напряжение по всем входам, кроме V_i , В	U_{inputs}	-	-	-1.0	16
Напряжение сети, В	U_i	-	400	-	500
Рассеиваемая мощность при $T_A=85$ С, мВт	P_D^*	-	600	-	-
Температура кристалла, С	T_J	-	125	-	150
Температура окружающей среды, С	T_A	-25	85	-	-

* Предельно допустимая рассеиваемая мощность P_D , мВт, определяется по формуле

$$P_D = (T_J - T_A) / R_{th J-A} \quad , \quad (1)$$

где T_J – предельная температура кристалла, 150 С;

T_A – температура окружающей среды, 85 С;

$R_{th J-A}$ – тепловое сопротивление кристалл - окружающая среда (максимальное значение $R_{th J-A} = 100$ С/Вт), С/Вт.

Таблица 3 - Электрические параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначе- ние	Норма		Режим измерения	Темпе- ратура окружа- ющей среды, С
		не ме- нее	не более		
Выходной каскад					
Выходное сопротивление при низком уровне напряже- ния на выходе, Ом	R_{OL}	$\frac{5.0}{3.0}$	$\frac{15}{30}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{Driver} = 50\text{ мА}$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Вход блока управления					
Коэффициент заполнения, %	$d_{2\text{mA}}$	-	$\frac{2.0}{3.0}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = 2.5\text{ мА}$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
	$d_{1\text{mA}}$	$\frac{36}{20}$	$\frac{48}{50}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = 1.0\text{ мА}$	
Напряжение регулировки на входе управления (фаза пе- рекключения), В	U_{Cl-sw}	$\frac{4.75}{4.7}$	$\frac{5.25}{5.3}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = 1.0\text{ мА}$	
Напряжение на входе управления в дежурном режиме (фаза защелки), В	$U_{LP-stby(0.5)}$	$\frac{3.4}{3.0}$	$\frac{4.3}{5.0}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = -500\text{ мкА}$	
	$U_{LP-stby(1.0)}$	$\frac{2.4}{2.0}$	$\frac{3.7}{4.0}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = -1.0\text{ мА}$	
Детектор тока					
Максимальный порог на входе детектора тока, В	U_{CS-th}	$\frac{0.95}{0.9}$	$\frac{1.05}{1.1}$	$U_{CC} = 12\text{ В}$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Входной ток смещения, мкА	I_{B-cs}	$\frac{-1.8}{-4.0}$	$\frac{1.8}{4.0}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = -1.0\text{ мА}$	
Входной ток в дежурном ре- жиме, мкА	$I_{CS-stby}$	$\frac{180}{170}$	$\frac{220}{230}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = -1.0\text{ мА}$	
Входной ток в момент за- пуска, мкА	$I_{CS-stup}$	$\frac{180}{170}$	$\frac{220}{230}$	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{pin3} = -1.0\text{ мА}$	
Длительность импульса за- прета срабатывания детек- тора тока плюс задержка распространения, нс: для IL44608N40 для IL44608N75 для IL44608N100	t_{DLY}	$\frac{500}{400}$	$\frac{900}{990}$	$U_{CC} = 12\text{ В}$	
		$\frac{370}{300}$	$\frac{570}{700}$		
		$\frac{300}{200}$	$\frac{500}{600}$		

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра, единица измерения	Буквен- ное обо- значение	Норма		Режим измерения	Темпе- ратура окру- жающей среды, С
		не менее	не более		
Блок генератора					
Рабочая частота, кГц для IL44608N40	f_{OSC}	<u>36</u> 30	<u>44</u> 50	$U_{CC} = 12\text{ В}$	<u>25 10</u> -25 85
для IL44608N75		<u>68</u> 60	<u>82</u> 90		
для IL44608N100		<u>90</u> 80	<u>110</u> 120		
Максимальный коэффици- ент заполнения, %	d_{max}	<u>78</u> 70	<u>86</u> 90	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $f = f_{OSC}$	
Блок защиты от перенапряжения					
Токвый порог быстрой защиты от перенапряже- ния, мкА	I_{OVP}	<u>105</u> 90	<u>140</u> 160	$U_{CC} = 12\text{ В}$	<u>25 10</u> -25 85
Пороговый уровень защиты по питанию, В	U_{CC-OVP}	<u>14.8</u> 14.0	<u>15.8</u> 16.0	$U_{CC} = \text{от } 12 \text{ до } 17\text{ В}$	
Минимальная разница ме- жду U_{CC-OVP} и порогом за- пуска $U_{stup-th}$, В	$U_{CC-OVP}-$ U_{stup}	<u>1.0</u> 0.8	-	$U_{CC} = 12\text{ В}$	<u>25 10</u> -25 85
Блок определения размагничивания (примечание 2)					
Порог компаратора размаг- ничивания, мВ	U_{dmg-th}	<u>30</u> 10	<u>69</u> 150	$U_{CC} = 12\text{ В};$ U_{pin1} - увеличивает- ся	<u>25 10</u> -25 85
Входной ток смещения, мкА	I_{dem-lb}	<u>-0.6</u> -1	-	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $U_{demag} = 50\text{ мВ}$	
Напряжение на выводе Demag, В	$U_{cl-neg-dem}$	<u>-0.9</u> -1.2	<u>-0.4</u> -0.25	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{demag} = -1.0\text{ мА}$	
	$U_{cl-pos-dem-H}$	<u>2.05</u> 1.9	<u>2.8</u> 3.0	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{demag} = 125\text{ мкА}$	
	$U_{cl-pos-dem-L}$	<u>1.4</u> 1.0	<u>1.9</u> 2.2	$U_{CC} = 12\text{ В};$ $I_{demag} = 25\text{ мкА}$	
Блок уменьшения максимального тока в дежурном режиме					
Пороговый ток вывода Demag для возврата в нормальный режим, мкА	I_{dem-NM}	<u>20</u> 15	<u>30</u> 35	$U_{CC} = 12\text{ В}$	<u>25 10</u> -25 85

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра, единица измерения	Буквен- ное обо- значение	Норма		Режим измерения	Темпе- ратура окру- жающей среды, С
		не менее	не более		
Коэффициенты для работы в дежурном режиме					
Отношение тока потребле- ния в режиме функцио- нирования без нагрузки (фаза переключения) к стартово- му току ($I_{CCS} / I_{CC\ stup}$) для IL44608N40 _____ для IL44608N75 _____ для IL44608N100	10 K1	<u>2.4</u> 1.8	<u>3.8</u> 4.0	-	<u>25</u> <u>10</u> -25 85
		<u>2.8</u> 2.2	<u>4.2</u> 4.4		
		<u>3.1</u> 2.5	<u>4.5</u> 4.7		
Отношение тока потребле- ния при выключенном вы- ходе к стартовому току ($I_{CC-latch} / I_{CC\ stup}$)	10^3 K2	<u>46</u> 40	<u>63</u> 70	-	
Отношение разности стар- тового напряжения питания и напряжения питания, при котором микросхема от- ключается, к разности стартового напряжения пи- тания и напряжения пита- ния, при котором отключа- ется выход микросхемы ($U_{stup} - U_{uvlo2} / (U_{stup} -$ $- U_{uvlo1})$)	10^2 K _{sstup}	<u>1.8</u> 1.5	<u>2.6</u> 3.0	-	
Отношение разности на- пряжения питания, при ко- тором отключается выход микросхемы, и напряжения питания, при котором мик- росхема отключается, к разности стартового на- пряжения питания и на- пряжения питания при ко- тором отключается выход микросхемы, ($U_{uvlo1} - U_{uvlo2} /$ $/(U_{stup} - U_{uvlo1})$)	10^2 K _{sl}	<u>90</u> 50	<u>150</u> 200	-	

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра, единица измерения	Буквен- ное обо- значение	Норма		Режим измерения	Темпе- ратура окру- жающей среды, С
		не менее	не более		
Отношение входного тока по выводу I_{sense} в режиме ожидания к максимальному порогу на входе детектора тока ($I_{CS-stby} / U_{CS-th}$)	$10^6 Y_{cstby}$	$\frac{175}{150}$	$\frac{225}{250}$	-	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Коэффициент размагничивания I_{ovp}/I_{dem-NM}	Dmgr	$\frac{3.0}{2.5}$	$\frac{5.5}{6.0}$	-	
Каскад питания					
Минимальное стартовое напряжение на выводе V_i , В	U_{ilow}	-	50	$U_{CC} = 9 В$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Стартовое напряжение питания, В	$U_{stup-th}$	$\frac{12.5}{12.0}$	$\frac{13.8}{14.0}$	U_{CC} от 0 до 15 В	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Напряжение питания, при котором выключается выход схемы, В	U_{uvlo1}	$\frac{9.5}{9.0}$	$\frac{10.5}{11.0}$	U_{CC} от 14 до 6 В	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Напряжение выключения микросхемы, В	U_{uvlo2}	$\frac{6.2}{5.0}$	$\frac{7.0}{7.5}$	$U_{CC} = 12 В$	
Стартовый ток, мА,	$-I_{CC-stup}$	$\frac{7.0}{5.0}$	$\frac{12.8}{15.0}$	$U_{CC} = 9 В$; $U_{Vi} = 100 В$	
Ток потребления в режиме функционирования без нагрузки (фаза переключений), мА для IL44608N40	I_{CCS}	$\frac{2.0}{1.1}$	$\frac{3.6}{3.7}$	$U_{CC} = 12 В$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
для IL44608N75		$\frac{2.4}{1.5}$	$\frac{4.0}{4.1}$		
для IL44608N100		$\frac{2.6}{1.7}$	$\frac{4.5}{4.6}$		
Ток потребления при выключенном выходе, мА	$I_{CC-latch}$	$\frac{0.3}{0.2}$	$\frac{0.68}{1.0}$	$U_{CC} = 9 В$	$\frac{25}{-25}$ $\frac{10}{85}$
Примечания					
1 Перед установкой 12 В установить V_{CC} выше порога запуска схемы.					
2 Эта функция может быть запрещена при подключении вывода Demag к земле					

Таблица 4 – Типовые значения электрических параметров при $T_A = (25 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Типовое значение	Режим измерения	Примечание
Выходной каскад				
Выходное сопротивление при высоком уровне напряжения на выходе, Ом	R_{OH}	15	$U_{CC} = 12 \text{ В}$	-
Время нарастания выходного напряжения (от 3.0 до 9.0 В), нс	t_r	50		1
Время спада выходного напряжения (от 9.0 до 3.0 В), нс	t_f	50		1
Детектор тока				
Время задержки распространения (от входа детектора тока к выходу), нс	$t_{PHL(In/Out)}$	220	$U_{CC} = 12 \text{ В}$	-
Длительность импульса запрета срабатывания детектора тока, нс L44608N40 IL44608N75 IL44608N100	t_{LEB}	480		-
		250		-
		200		-
Блок защиты от перенапряжения				
Постоянная времени входного фильтра схемы защиты от перенапряжения, нс	t_{filt}	250	$U_{CC} = 12 \text{ В};$ $R_{demag} = 100 \text{ кОм}$	-
Время задержки между определением $I_{demag} > I_{ovp}$ и переключением выхода микросхемы в низкое состояние, мкс	$t_{PHL(In/Out)I}$	2.0	$U_{CC} = 12 \text{ В}$	
Время задержки между определением $I_{demag} > I_{ovp}$ и переключением выхода микросхемы в низкое состояние (импульсы на вывод Demag подаются через резистор 100кОм), мкс	$t_{PHL(In/Out)IR}$	2.0		
Блок определения размагничивания				2
Гистерезис компаратора размагничивания, мВ	H_{dmg}	30	$U_{CC} = 12 \text{ В}$	3
Время задержки распространения (от входа к выходу, от низкого уровня к высокому), нс	$t_{PLH(In/Out)}$	300		-

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Типовое значение	Режим измерения	Примечание
Защита от повышенной температуры				
Температура срабатывания защиты, °C	T _{high}	160	U _{CC} = 9 В	-
Гистерезис температуры, °C	T _{hyst}	30		-
Коэффициент для работы в дежурном режиме				
Отношение разности напряжений на выводе Control Input при токах на этом выводе 1 мА и 0.5 мА к разности этих токов (U _{3 1.0 мА} – U _{3 0.5 мА}) / (1.0 мА – 0.5 мА), кОм	R3	1800	U _{CC} = 12 В	-
Напряжение на входе управления в дежурном режиме (фаза защелки), В	U3	4.8	U _{CC} = 12 В	-
Каскад питания				
Гистерезис по питанию (U _{stup_th} – U _{uvlo1}), В	H _{stup-uvlo1}	3.1	-	-
Гистерезис по питанию (U _{uvlo1} – U _{uvlo2}), В	H _{uvlo1-uvlo2}	3.4		
Коэффициент заполнения в режиме «вспышки», %	δ _{hiccup}	10		
<p>Примечания</p> <p>1 Параметр измеряется при подключенной емкости 1 нФ между выходом и землей.</p> <p>2 Эта функция может быть запрещена при подключении вывода Demag к земле.</p> <p>3 Гарантируется конструкцией</p>				

Описание функционирования

Регулировка

На вывод 03 (рисунок 4) подается ток обратной связи с оптрона. Во время рабочего режима выключатель SA2 закрыт и регулятор подключен к выводу 03. Напряжение, подаваемое на регулятор, порядка 5 В. Динамическое сопротивление регулятора, представленного диодом Зенера, составляет 20 Ом.

Низкочастотный фильтр с полосой до 4 кГц, включенный между регулятором и ШИМ компаратором, гасит высокочастотный остаточный шум.

В режиме ожидания на время режима защелки выключатель SA1 закрывается, пока выключатель SA2 остается открытым. (Смотри раздел “Управление коэффициентом заполнения в режиме вспышки”).

Резистор Rdpulsed не влияет на процесс регулирования. Этот резистор используется для определения коэффициента заполнения вспышки описываемого в разделе “Управление коэффициентом заполнения вспышки”.

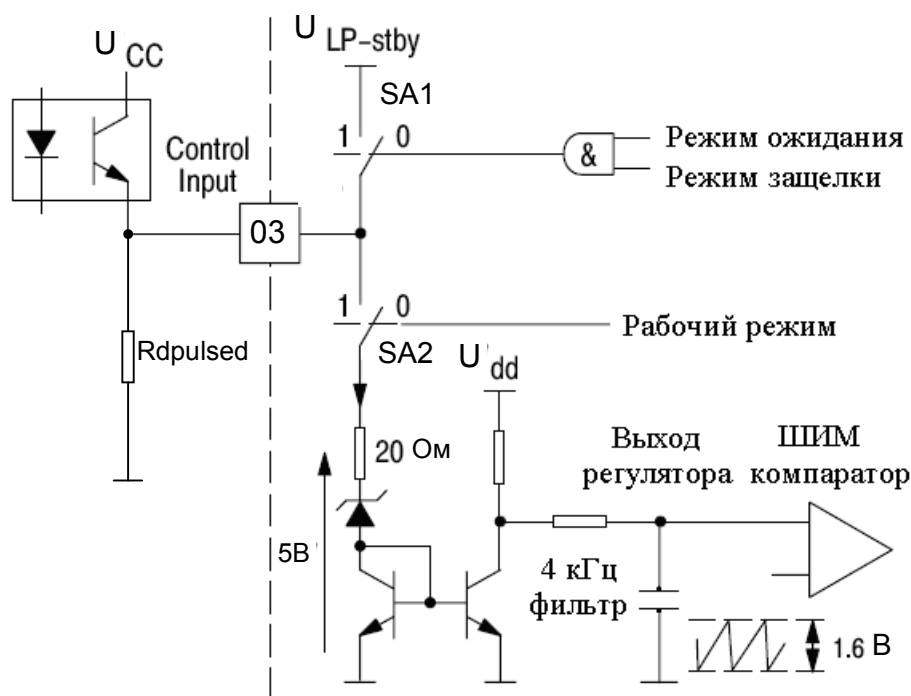


Рисунок 4 – Регулировка

Триггер широтно-импульсного преобразователя (далее ШИМ)

Микросхема IL44608N работает в режиме регулировки напряжения. ШИМ компаратор сравнивает пилу генератора с выходом блока регулирования и управляет временем включения.

ШИМ триггер устанавливается генератором и сбрасывается ШИМ компаратором или компаратором детектора тока в случае превышения тока. Эта конструкция гарантирует, что только один импульс появится на выходе схемы в течение периода генератора.

Детектор тока

Ток индуктивности преобразуется в положительное напряжение с помощью резистора R_{sense} , включенного последовательно с мощным ключом (см. рисунок 5).

Порог детектора максимального тока установлен 1 В. Максимальный ток определяется по формуле

$$I_{pk_max} = \frac{1}{R_{sense} (Ом)} (А) \quad (1)$$

В режиме ожидания этот ток уменьшается из-за подключения источника тока 200 мкА, определяется по формуле

$$I_{pk_max-stby} = \frac{1 - (R_{cs} (кОм) \times 0,2)}{R_{sense} (Ом)} (А) \quad (2)$$

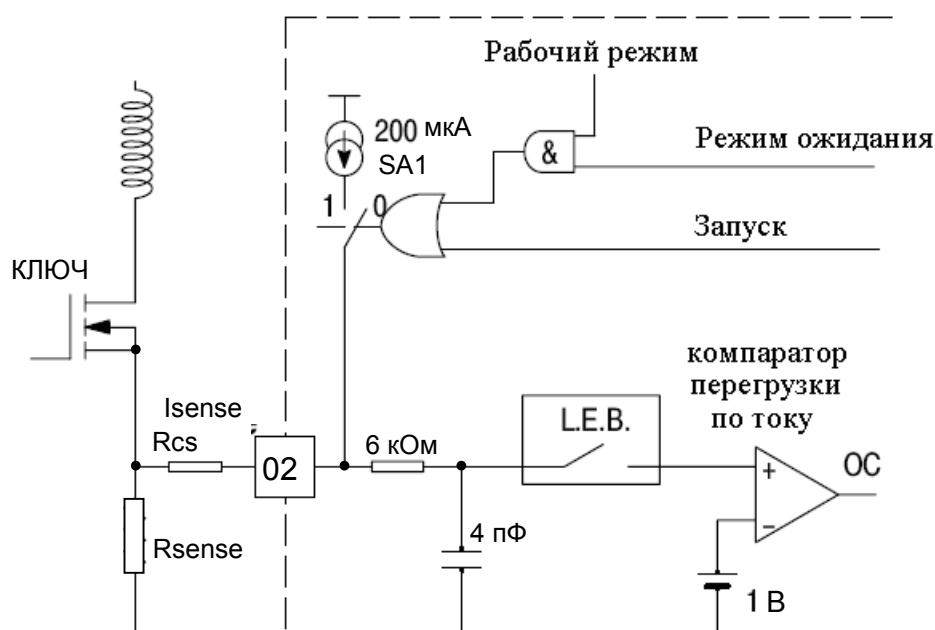


Рисунок 5 – Детектор тока

Вход детектора тока содержит фильтр (6 кОм, 4 пФ), который бланкирует передний фронт. Поэтому этот вывод не чувствителен к шумам и выбросам при переключении мощного ключа и в большинстве применений для детектора тока не требуется фильтрующая цепь.

Этот вывод используется:

- как защита от перегрузки по току ($I_{sense} > I$);
- для уменьшения выброса тока во время рабочего режима.

Из-за высокой скорости изменения выходного напряжения в случае перегрузки по току происходит резкое выключение выхода микросхемы.

Блок размагничивания

Детектор размагничивания (рисунок 6) микросхемы IL44608N состоит из компаратора, который сравнивает напряжение вторичной обмотки трансформатора с эталонным напряжением, равным 50 мВ.

росхема работает в так называемом режиме самогенерации источника питания. В этом случае эффективная частота переключения изменяется и зависит не от синхронизации генератором, а от внешних условий работы (см. временную диаграмму DMG - сигнала на рисунке.8).

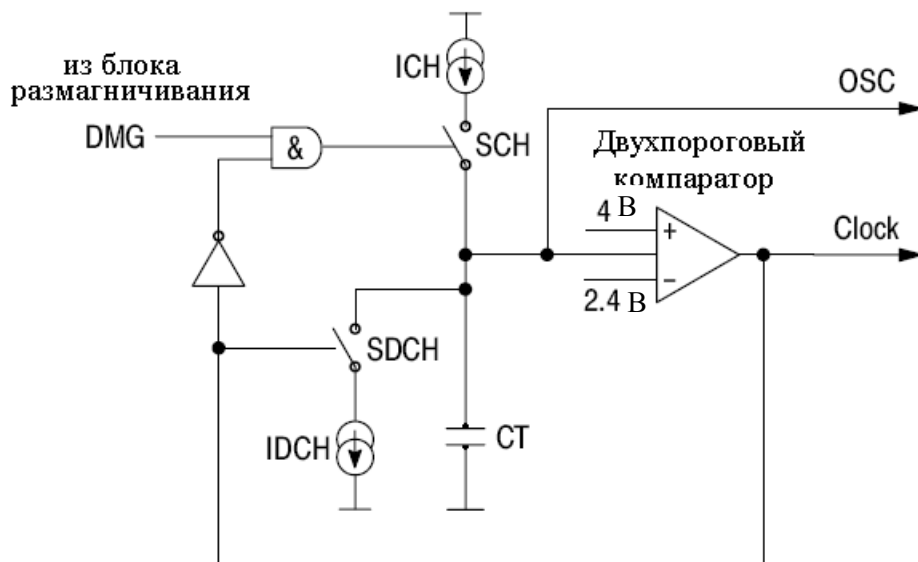


Рисунок 7 – Схема генератора

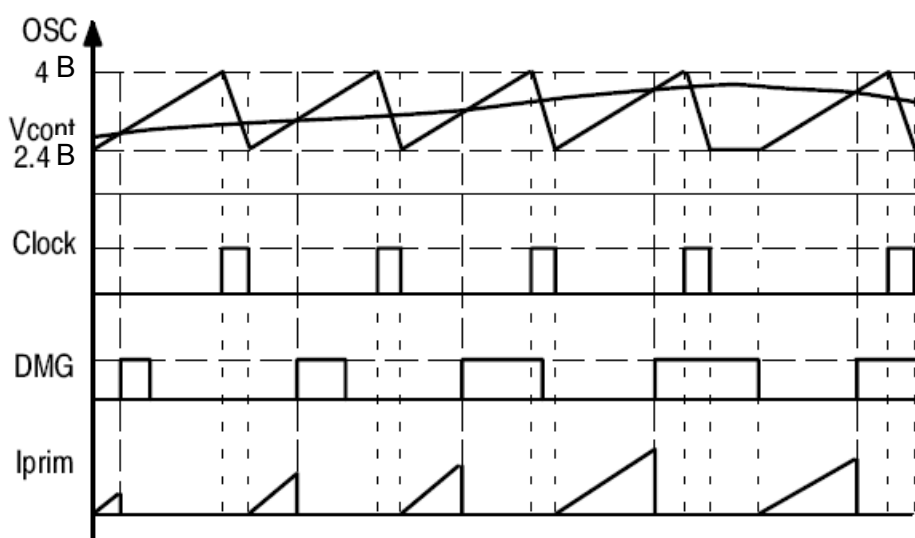


Рисунок 8 – Временная диаграмма DMG – сигнала

Сигнал Clock соответствует разряду конденсатора CT (рисунок 8). Нижняя кривая показывает ток, текущий в резисторе R_{sense} . Он начинается с нуля и останавливается когда значение пилы равно управляющему напряжению U_{cont} .

Защита от перенапряжения

Микросхема IL44608N предлагает две функции защиты от перенапряжения:

- фиксированную функцию которая определяет когда U_{CC} станет больше чем 15.4 В;

- программируемую функцию, которая использует вывод Demag. Ток, текущий в вывод Demag отражается и сравнивается с опорным током I_{ovp} (120 мкА). Таким образом, эта защита более быстрая, так как нет влияния инерции U_{CC} и она называется быстрая защита от перенапряжения.

В обоих случаях, если определяется условие перегрузки по напряжению, выход выключается, пока не произойдет новый запуск схемы.

Управление запуском

Вывод 08 (V_i) непосредственно подключается к высоковольтному постоянному напряжению U_{in} (см. рисунок 11). Высоковольтный источник тока внутри подключается к выводу V_{CC} и используется для зарядки конденсатора C_7 . Период зарядки конденсатора C_7 соответствует фазе запуска. Когда напряжение U_{CC} достигает 13 В, высоковольтный источник тока 9 мА выключается и устройство начинает работу.

Максимальный диапазон U_i – 500 В. Схема защиты от статэлектричества к настоящему времени не добавлена к выводу 08 из-за ограничений размера и технологических ограничений. Защита ограничивается переходом сток-подложка в лавинном пробое. Для увеличения безопасности применения против выбросов высокого напряжения можно подключить маломощный резистор 1 кОм между входным высоковольтным напряжением и выводом 08.

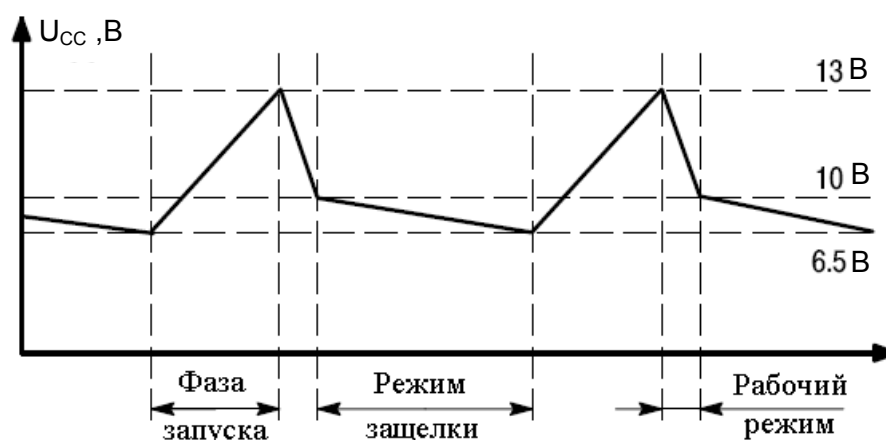


Рисунок 9 – Режим вспышки

На рисунке 9 показана эволюция напряжения U_{CC} в случае отсутствия внешнего источника тока, обеспечивающего ток в вывод V_{CC} в течение рабочего режима. Этот случай может встречаться в импульсном источнике питания, когда питание через вспомогательную обмотку отсутствует (сильная перегрузка на выходе импульсного источника питания).

Отношение длительности рабочего режима к периоду вспышек выраженное в процентах составляет 10 %.

Режим переключений между состояниями

Триггер LW показанный на рисунке 10 является памятью рабочего состояния в конце цикла переключений. При завершении рабочего режима возможны два случая:

- 1) перегрузки по току нет;
- 2) есть перегрузка по току.

Этим двум случаям соответствуют сигналы, обозначенные NOC, если нет перегрузки по току, и OC в случае перегрузки по току. Таким образом, $Q=1$ при отсутствии перегрузки по току и $Q=0$ при перегрузке по току.

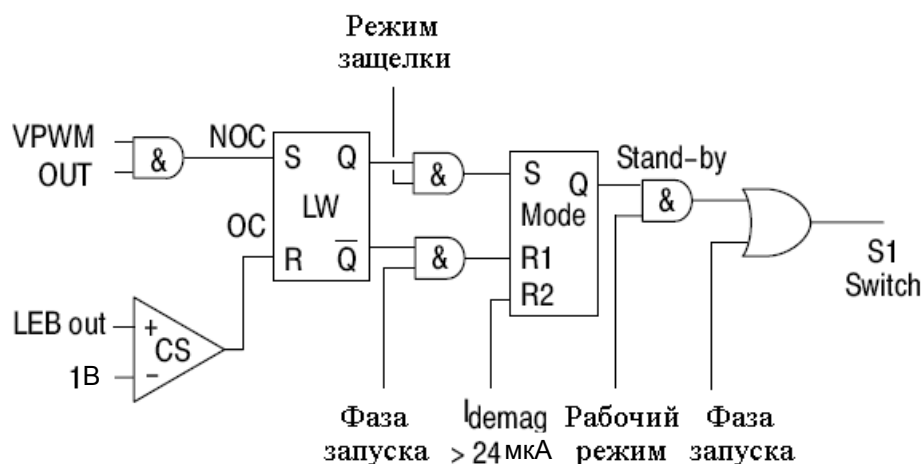


Рисунок 10 – Логика переключений между состояниями

При работе схемы могут появиться:

- 1) выключение импульсного источника питания.

При выключенной питающей сети, микросхема остается в рабочем режиме пока конденсатор снабжает ее энергией. Потом выброс тока достигает своей максимальной величины, частота переключения уменьшается и уменьшаются все вторичные напряжения. Напряжение питания U_{CC} также уменьшается. Когда U_{CC} станет 10 В, импульсный источник питания перестает работать;

- 2) перегрузка по выходу импульсного источника питания.

В режиме вспышки выделяются три четких фазы (смотри рисунок 9).

Рабочий режим. Напряжение на выходе импульсного источника питания низкое и блок регулирования реагирует увеличением времени включения ($d_{max} = 80\%$). Перегрузка по току достигается в конце каждого импульса. Триггер LW (рисунок 10) сбрасывается, прежде чем появляется сигнал VPWM. На выходе импульсного источника питания низкое напряжение. Напряжение U_{CC} не может поддерживаться на нормальном

уровне, так как вспомогательная обмотка обеспечивает напряжение, которое также понижено пропорционально выходу (т.е. U_{out} номинальное / U_{out} короткого замыкания). Следовательно, напряжение U_{CC} уменьшается со скоростью определяемой комбинацией емкости конденсатора V_{CC} (C_7 на рисунке 11) и тока потребления I_{CC} (3.2 мА) согласно уравнению 2. Когда U_{CC} пересекает 10 В рабочая фаза завершается. Триггер LW остается в состоянии сброса.

Режим защелки. Напряжение на конденсаторе V_{CC} продолжает падать. Когда оно достигает 6.5 В эта фаза завершается. Ее длительность определяется уравнением 3.

Повторяется **фаза запуска**. Активируется высоковольтный источник тока запуска ($-I_{CC1}=9.0$ мА) и триггер режимов сбрасывается. Напряжение U_{CC} линейно увеличивается в соответствии с уравнением 1. Когда оно достигает 13 В, микросхема входит в **рабочий режим**.

Следующий рабочий режим. Высоковольтный источник тока отключается, триггер режимов ($Q=0$) активирует нормальный режим функционирования. В соответствии с рисунком 5, ток из вывода 02 не вытекает. Уровень детектора тока перегрузки соответствует 1 В.

Пока перегрузка присутствует, эта последовательность повторяется. Отношение длительности рабочего режима к периоду вспышек выраженное в процентах составляет 10 %;

3) переход от нормального режима к режиму вспышки.

Вторичная обмотка перекоммутирована для режима ожидания (рисунок 11). Высокое значение выходного напряжения становится ниже, чем регулируемое значение нормального режима. Регулируемый стабилитрон IZ431 полностью выключен. В дежурном режиме напряжения на всех выводах импульсного источника питания уменьшаются за исключением выхода низкого напряжения, который питает схему пробуждения, расположенную на изолированной стороне блока питания. В этом режиме второстепенное регулирование выходного напряжения выполняется диодом Зенера, подключенным параллельно стабилитрону IZ431.

Состояние перекоммутации вторичной обмотки для режима ожидания может быть обнаружено на первичной стороне импульсного источника питания посредством измерения напряжения на вспомогательной обмотке L_{aux} (рисунок 11). В этом состоянии напряжение на L_{aux} также уменьшено. Питание U_{CC} больше не поддерживается и падает ниже 10.5 В, рабочий режим завершается. Импульсный источник питания входит в режим вспышки, который подобен тому, что описан при условии перегрузки. Каждый рабочий режим заканчивается с перегрузкой по току пока вторичное напряжение на диоде Зенера не поднимется до нужного уровня. После этого коэффициент заполнения импульсов регулируется диодом Зенера и рабочие режимы заканчиваются без перегрузки по току.

В режиме ожидания выделяются три фазы:

Рабочий режим. Порог срабатывания детектора тока уменьшен согласно уравнению 2 в разделе детектор тока. Уровень детектора тока зависит от мощности поставляемой в нагрузку в течение дежурного режима импульсного источника питания. Завершение рабочего режима соответствует условию отсутствия перегрузки по току. Триггер LW хранит состояние отсутствия перегрузки по току.

Режим защелки. Триггер режима установлен.

Фаза запуска. Триггер режима остается в установленном состоянии ($Q=1$).

Рабочий режим. Подтверждается правильность сигнала дежурного режима и из вывода 02 детектора тока вытекает ток 200 мкА;

4) переход от режима вспышки к нормальному режиму.

Вторичная обмотка включена в рабочем режиме. Подключается регулируемый стабилитрон IZ431. Напряжение на вторичной обмотке падает. Коэффициент заполнения увеличивается. Рабочий режим заканчивается с перегрузкой по току. Триггеры LW и Mode сбрасываются. Следующая рабочая фаза проходит в нормальном режиме.

Для быстрого сброса триггера режимов предусмотрен дополнительный вход сброса R2, который срабатывает при условии $I_{\text{demag}} > 24$ мкА.

Управление коэффициентом заполнения в режиме вспышки

В режиме ожидания ключ S3 закрывается (рисунок 3) и вывод 03 подключается к источнику напряжения 4.6 В через резистор сопротивлением 500 Ом. Скорость разрядки V_{CC} конденсатора определяется $I_{CC\text{-latch}}$ (ток потребления микросхемы в течение режима защелки) и током, вытянутым из вывода 03. Подключением резистора между выводом 03 и землей ($R_{DPULSED}$) программируется ток, вытекающий из V_{CC} через вывод 03. Сопротивление резистора $R_{DPULSED}$ влияет на длительность режима защелки. Уравнение 3 показывает эту зависимость от тока вывода 03.

Фазы пульсирующего режима

Уравнения 1 - 8 определяют и предсказывают закономерности функционирования в режиме вспышки. Уравнения 6, 7 и 8 содержат K, Y, и D факторы. Эти факторы являются комбинациями измеренных параметров. Они появляются в разделе параметров «K-факторы для работы в режиме вспышки». В уравнениях 3 – 8 ток вывода 03 является током, определенным в предыдущем разделе «Управление коэффициентом заполнения в режиме вспышки».

УРАВНЕНИЕ 1

Длительность фазы запуска:

$$t_{\text{start-up}} = \frac{C_{V_{CC}} \times (U_{\text{stup}} - U_{\text{uvlo2}})}{I_{\text{stup}}},$$

где I_{stup} - стартовый ток, протекающий через вывод V_{CC} ;
 $C_{V_{CC}}$ - номинал конденсатора V_{CC} (C_7 на рисунке 11).

УРАВНЕНИЕ 2

Продолжительность фазы переключений:

$$t_{\text{switch}} = \frac{C_{V_{CC}} \times (U_{\text{stup}} - U_{\text{uvlo1}})}{I_{CCS} + I_G},$$



где I_{ccS} - ток потребления в рабочем режиме без нагрузки;
 I_G – ток, расходуемый мощным ключом.

УРАВНЕНИЕ 3

Продолжительность режима защелки:

$$t_{\text{latched-off}} = \frac{C_{Vcc} \times (U_{uvlo1} - U_{uvlo2})}{I_{ccL} + I_{pin3}},$$

где I_{ccL} - ток потребления в режиме защелки;
 I_{pin3} – ток, вытянутый из вывода 03 добавочным резистором ($R_{dpulsed}$).

УРАВНЕНИЕ 4

Коэффициент заполнения в режиме вспышки

$$d_{BM} = \frac{t_{\text{switch}}}{t_{\text{start-up}} + t_{\text{switch}} + t_{\text{latched-off}}}$$

УРАВНЕНИЕ 5

$$d_{BM} = \frac{\frac{C_{Vcc} \times (U_{stup} - U_{uvlo1})}{I_{ccS} + I_G}}{\frac{C_{Vcc} \times (U_{stup} - U_{uvlo2})}{I_{stup}} + \frac{C_{Vcc} \times (U_{stup} - U_{uvlo1})}{I_{ccS} + I_G} + \frac{C_{Vcc} \times (U_{uvlo1} - U_{uvlo2})}{I_{ccL} + I_{pin3}}}$$

УРАВНЕНИЕ 6

$$d_{BM} = \frac{1}{1 + \left(k_{S/Stup} \times \frac{I_{ccS} + I_G}{I_{stup}} \right) + \left(k_{S/L} \times \frac{I_{ccS} + I_G}{I_{ccL} + I_{pin3}} \right)},$$

где $k_{S/Stup} = (U_{stup} - U_{uvlo2}) / (U_{stup} - U_{uvlo1})$;
 $k_{S/L} = (U_{uvlo1} - U_{uvlo2}) / (U_{stup} - U_{uvlo1})$.

УРАВНЕНИЕ 7

$$d_{BM} = \frac{1}{1 + \left[\frac{I_{ccS} + I_G}{I_{stup}} \times \left(k_{S/Stup} + \left(k_{S/L} \times \frac{I_{stup}}{I_{ccL} + I_{pin3}} \right) \right) \right]}$$

УРАВНЕНИЕ 8

$$d_{\text{BM}} = \frac{1}{1 + \left[\left(k_1 + \frac{I_G}{I_{\text{stup}}} \right) \times \left(k_{\text{S/Stup}} + k_{\text{S/L}} \times \frac{1}{k_2 + \left(\frac{I_{\text{pin3}}}{I_{\text{stup}}} \right)} \right) \right]}$$

где $k_1 = I_{\text{ccS}}/I_{\text{stup}}$;
 $k_2 = I_{\text{ccL}}/I_{\text{stup}}$;
 $k_{\text{S/Stup}} = (U_{\text{stup}} - U_{\text{Uvlo2}})/(V_{\text{stup}} - U_{\text{Uvlo1}})$;
 $k_{\text{S/L}} = (U_{\text{Uvlo1}} - U_{\text{Uvlo2}})/(V_{\text{stup}} - U_{\text{Uvlo1}})$.

Фиксирующий уровень детектора тока режима вспышки

Уравнения 9, 10, 11 и 12 позволяют вычислить величину R_{cs} для желаемого максимального значения пикового тока в течение дежурного режима импульсного источника питания.

УРАВНЕНИЕ 9

$$I_{\text{pk_stby}} = \frac{U_{\text{cs-th}} - (R_{\text{cs}} \times I_{\text{cs}})}{R_{\text{S}}}$$

где $U_{\text{cs-th}}$ - порог компаратора детектора тока;
 I_{cs} - внутренний источник тока детектора тока;
 R_{S} - детекторный резистор,
 R_{cs} - резистор подключенный между выводом 02 и R_{S} .

УРАВНЕНИЕ 10

$$I_{\text{pk_stby}} = U_{\text{cs-th}} \times \frac{1 - \left(R_{\text{cs}} \times \frac{I_{\text{cs}}}{U_{\text{cs-th}}} \right)}{R_{\text{S}}}$$

УРАВНЕНИЕ 11

$$I_{\text{pk_stby}} = U_{\text{cs-th}} \times \frac{1 - (R_{\text{cs}} \times Y_{\text{cs-stby}})}{R_{\text{S}}}$$

где $Y_{\text{cs-stby}} = I_{\text{cs}}/U_{\text{cs-th}}$.

УРАВНЕНИЕ 12

$$I_{pk_stby} = \left[U_{cs-th} \times \frac{1 - (R_{cs} \times Y_{cs-stby})}{R_s} \right] + \frac{U_{in} \times (\delta t_{cs} + \delta t_{ps})}{L_p},$$

где t_{cs} - задержка распространения цепи;
 t_{ps} - время реакции мощного ключа.

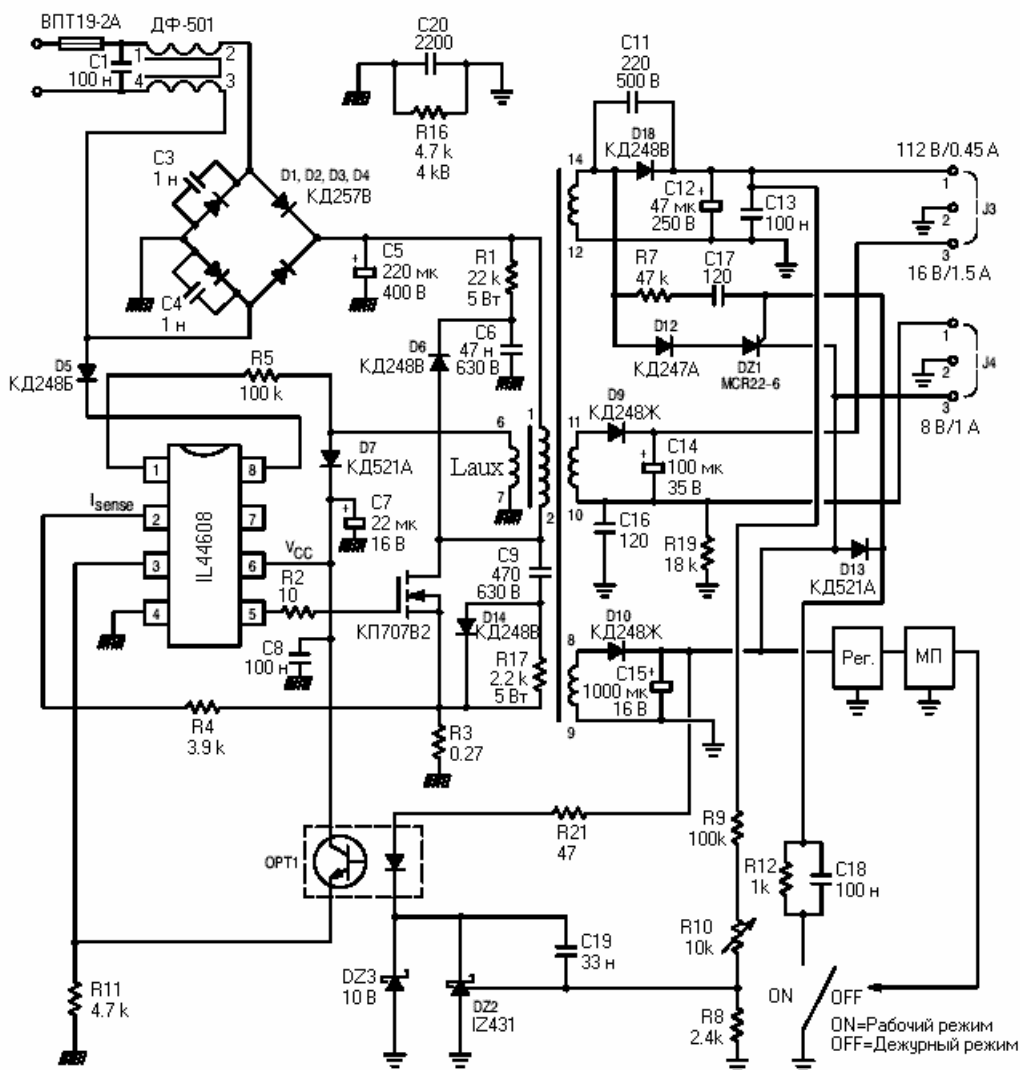
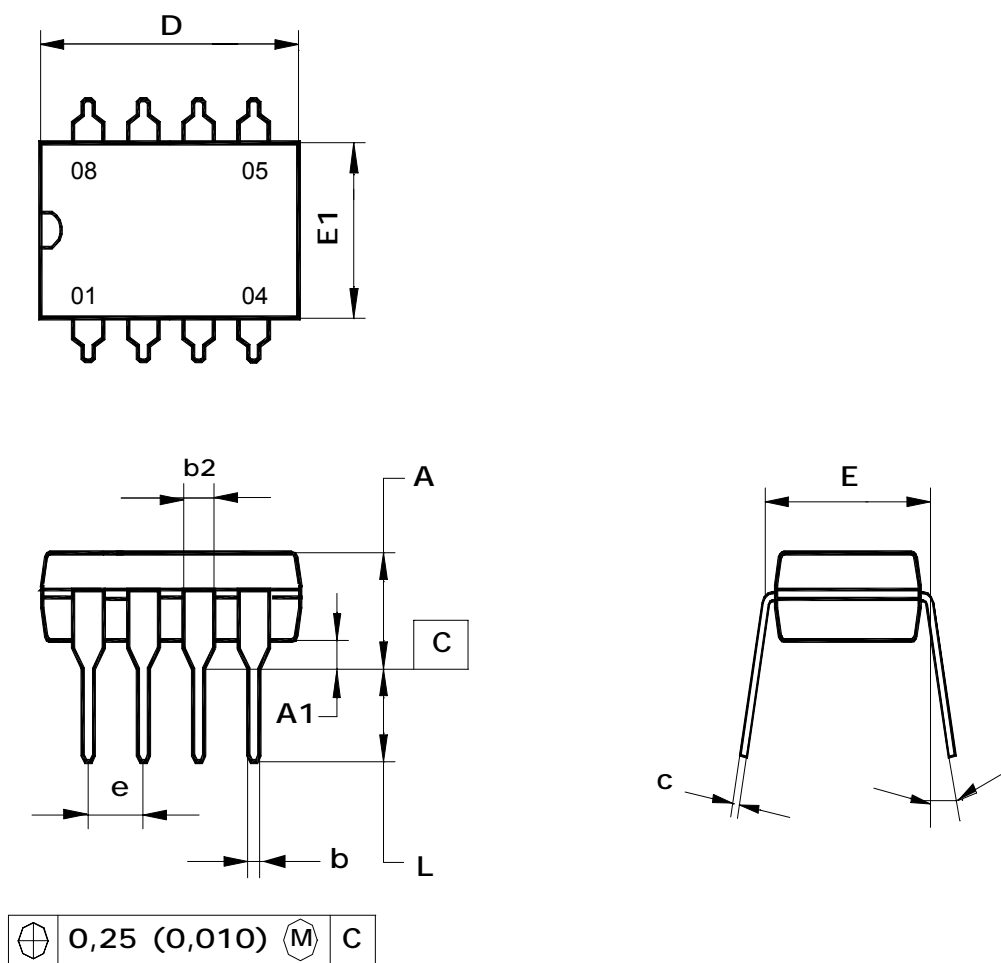


Рисунок 11 – Схема применения микросхемы



Примечание - Размеры D, E1 не включают величину обля, которая не должна превышать 0,25 мм (0,010) на сторону.

	D	E1	A	b	b2	e		L	E	c	A1
Миллиметры											
min	9,02	6,10		0,36	1,14		0?	2,93	7,62	0,20	0,38
max	10,16	7,11	5,33	0,56	1,78	2,54	15?	3,81	8,26	0,36	
Дюймы											
min	0,355	0,240		0,014	0,045		0?	0,115	0,300	0,008	0,015
max	0,400	0,280	0,210	0,022	0,070	0,1	15?	0,150	0,325	0,014	

Рисунок 12 – Габаритные размеры корпуса MS-001BA