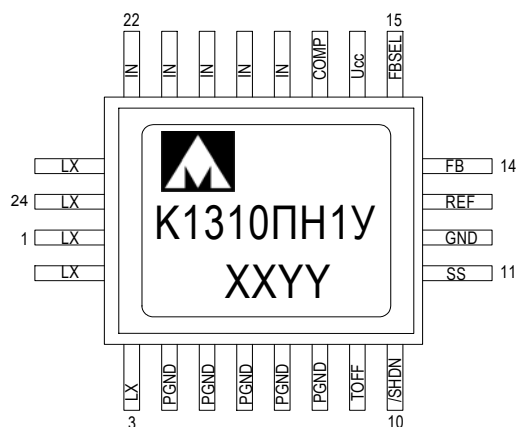




Микросхема понижающего преобразователя напряжения



Основные характеристики микросхемы:

- Входное напряжение от 3,0 В до 5,5 В
- Ток нагрузки до 1,5А
- Фиксированные (3,3 В/2,5 В/1,1 В) и регулируемые (от 1,1 В до U_{IN}) выходные напряжения
- Выходная точность: 3%
- Ток потребления холостого хода: не более 400 мкА
- Обратная связь по току
- Синхронный выпрямитель
- Рабочая частота: до 400 кГц
- Встроенная защита от короткого замыкания
- Встроенная тепловая защита
- Режим микропотребления
- Регулируемый мягкий запуск схемы
- Рабочий диапазон температур:

XX – год выпуска
YY – неделя выпуска

| Обозначение | Диапазон |
|-------------|------------------|
| 1310ПН1У | минус 60 – 85 °С |
| К1310ПН1У | минус 60 – 85 °С |
| К1310ПН1АУ | 0 – 70 °С |

Примечание. Микросхема К1310ПН1АУ является полным аналогом микросхемы К1310ПН1У с другим температурным диапазоном.

Тип корпуса:

- 24-х выводной металлокерамический корпус Н06.24-2В

Общее описание и области применения микросхемы

Микросхема 1310ПН1У - индуктивный понижающий преобразователь напряжения, изготавливаемый по КМОП технологическому процессу и обладающий рядом улучшенных параметров.

Некоторые параметры такие как: частота преобразования до 350 кГц, обратная связь по току, 100% коэффициент заполнения, режимы ШИМ и ЧИМ значительно расширяют область применения данной микросхемы.

Обладая высокой частотой преобразования, микросхема 1310ПН1У может применяться в малогабаритных DC-DC источниках питания с относительно высокой нагрузочной способностью – 1,5 А. Динамические характеристики преобразователя позволяют использовать совместно с ним индуктивности малых номиналов.

Использование микросхемы 1310ПН1У как традиционного импульсного источника питания дает преимущества в сравнении с классическими линейными регуляторами напряжения.

Описание выводов**Таблица 1**

| Вывод | Условное обозначение | Описание |
|--------------------|-----------------------------|--|
| 1, 2, 3, 23, 24 | LX | Вывод стоков PMOS NMOS силовых ключей |
| 4, 5, 6, 7, 8 | PGND | «Общий» для встроенного NMOS силового ключа |
| 9 | TOFF | Выбор времени выключения |
| 10 | SHDN | Выключение схемы. При подаче низкого уровня напряжения на вывод отключаются источник опорного напряжения, схема управления и встроенные выходные MOSFET тр-ры. При подаче высокого уровня напряжения на вывод или соединения с U_{CC} схема работает в нормальном режиме |
| 11 | SS | Плавный запуск |
| 12 | GND | «Общий» |
| 13 | REF | Выход источника опорного напряжения |
| 14 | FB | Вход обратной связи для обоих режимов работы с фиксированным и с настраиваемым выходным напряжением |
| 15 | FBSEL | Вход выбора типа обратной связи |
| 16 | U_{CC} | Напряжение питания |
| 17 | COMP | Коррекция интегратора |
| 18, 19, 20, 21, 22 | IN | Вход для встроенного PMOS силового ключа |

Структурная блок-схема микросхемы

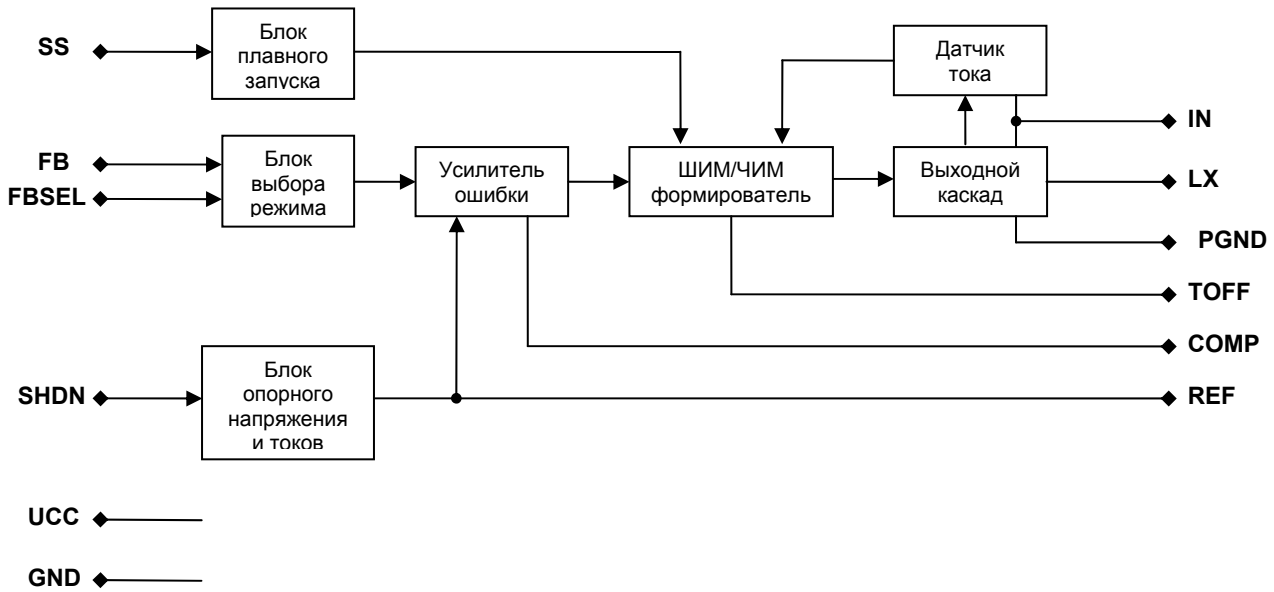


Рисунок 1 Структурная блок-схема

Примечание

Все элементы схемы имеют электрическую связь с соответствующими контактными площадками

Описание функционирования микросхемы

Микросхема индуктивного понижающего преобразователя включает блок Широко-импульсной модуляции (ШИМ) и управления, источник опорного напряжения, усилитель ошибки, выходной каскад и датчик тока. В свою очередь блок ШИМ и управления состоит из блока плавного запуска и (ШИМ)/частотно-импульсный (ЧИМ) формирователя.

После подачи напряжения питания U_{CC} блок плавного запуска начинает заряжать постоянным током внешний конденсатор C_6 , напряжение которого определяет максимальный выходной ток преобразователя. Таким образом, заряд выходного конденсатора C_7 происходит без перегрузок по току. Напряжение на входе FBSEL блока выбора режима коммутирует внутренний резистивный делитель обратной связи. Соединение входа FBSEL с выходом REF или «Общий» обеспечивает номинальное напряжение 1,1 В на выходе схемы включения, подключение входа FBSEL к шине «Питание» U_{CC} дает выходное напряжение 2,5 В, а неподключенное состояние входа FBSEL приводит к выходному напряжению 3,3 В.

Выходное напряжение может быть установлено внешним резистивным делителем подключенным к выводу FB. Вход FBSEL соединен с выходом REF или «Общий». Типовая схема включения микросхемы в режиме регулируемого выходного напряжения устанавливаемого внешним резистивным делителем приведена на рисунке 3.

Источник опорного напряжения вырабатывает стабильное напряжение 1,1 В на выход REF микросхемы, а также опорные токи для функционирования всех блоков преобразователя.

Усилитель ошибки сравнивает опорное напряжение с напряжением обратной связи, поданным на вход FB, (или его частью) и вырабатывает сигнал управления для ШИМ/ЧИМ формирователя. При токах нагрузки менее 200 мА микросхема работает в более экономичном ЧИМ режиме, в другом случае обеспечивается ШИМ

режим. К выводу COMP подключается внешний конденсатор частотной компенсации СЗ.

Выходной каскад содержит мощный р-канальный проходной транзистор и п-канальный транзистор синхронного выпрямителя, имеющим встроенный диод между подложкой и стоком.

Датчик тока обеспечивает в преобразователе обратную связь по выходному току, что повышает устойчивость и улучшает динамические свойства микросхемы.

Внешний резистор R2 регулирует частоту коммутации преобразователя f_s .

Внешняя индуктивность L1 совместно с конденсатором С7 образует сглаживающий фильтр, выбор номиналов этих элементов определяет уровень пульсаций выходного напряжения преобразователя.

Внешний резистор R1 и конденсатор С4 фильтруют напряжение питания схемы от помех.

Подключение входа SHDN к шине «Общий» переводит микросхему в режим микропотребления, выходное напряжение при этом не вырабатывается.

Для типовых применений рекомендуется использовать компоненты с указанными в таблице 8 значениями. Формулы приведены для ориентировочного расчета.

Общие рекомендации и этапы проектирования следующие:

- 1) Выбирается желаемая частота коммутации f_s в ШИМ режиме (когда $I_{LOAD} > 200$ мА), рекомендуемая частота около 300 кГц
- 2) Выбирается время сохранения сигнала t_V как функция входного напряжения, выходного напряжения и частоты коммутации.
- 3) Выбирается номинал резистора подключенного к выводу TOFF R2 как функция времени сохранения сигнала
- 4) Выбираются параметры катушки индуктивности как функции выходного напряжения, времени сохранения сигнала и амплитуды переменного тока протекающего через катушку индуктивности.

Выбор времени сохранения сигнала

Время сохранения сигнала в ШИМ режиме (когда $I_{LOAD} > 200$ мА) определяется по следующей формуле:

$$t_V = (U_{IN} - U_O - U_{PMOS}) / f_s \cdot (U_{IN} - U_{PMOS} + U_{NMOS}) \quad (1)$$

где:

U_{IN} -входное напряжение;

U_O -выходное напряжение;

U_{NMOS} -напряжение падающее на NMOS силовом встроенном транзисторе;

$$U_{NMOS} = I_{LOAD} \cdot R_{ON_N} \quad (2)$$

U_{PMOS} -напряжение падающее на PMOS силовом встроенном транзисторе;

$$U_{PMOS} = I_{LOAD} \cdot R_{ON_P} \quad (3)$$

f_s -частота коммутации в ШИМ режиме (когда $I_{LOAD} > 200$ мА).

Выбор резистора на выводе TOFF

Значение сопротивления резистора R_{TOFF} определяется по следующей формуле:

$$R_{TOFF} = (t_V - 0,07) \cdot 150 / 1,26 \text{ (кОм)} \quad (4)$$

где:

R_{TOFF} -сопротивление резистора в килоомах

t_V -время сохранения сигнала в микросекундах

Рекомендуемые значения сопротивления для R_{TOFF} лежат в диапазоне от 39 кОм до 470 кОм, при t_V от 0,4 мкс до 4 мкс.

Выбор параметров катушки индуктивности

Для выбора катушки индуктивности необходимо определить три основных параметра:

- значение индуктивности;
- значение пикового тока;
- значение сопротивления катушки по постоянному току.

Значение индуктивности определяется по следующей формуле:

$$L=U_0 \cdot t_V / (I_{LOAD} \cdot LIR) \quad (5)$$

где:

U_0 -выходное напряжение;

t_V -время сохранения сигнала;

I_{LOAD} -максимальный постоянный ток через нагрузку;

LIR-отношение амплитуды переменного тока, протекающего через катушку индуктивности к максимальному постоянному току через нагрузку, рекомендуемое значение $LIR=0,25$ соответствует тому, что значение пикового тока протекающего через катушку индуктивности в 1,125 раз больше значения постоянного тока через нагрузку. Более высокие значения LIR позволяют применить катушку с меньшей индуктивностью, но это приведёт к большим потерям и пульсациям. Значение $LIR=0,25$ является компромиссом между габаритами катушки и потерями.

Таким образом, при $LIR=0,25$ значение пикового тока протекающего через катушку индуктивности определяется следующей формулой:

$$I_P=1,125 \cdot I_{LOAD} \quad (6)$$

В общем случае значение пикового тока протекающего через катушку индуктивности определяется по следующей формуле:

$$I_P=I_{LOAD}+U_0 \cdot t_V / (2 \cdot L) \quad (7)$$

где:

I_{LOAD} - значение максимального постоянного тока через нагрузку;

U_0 -выходное напряжение;

t_V -время сохранения сигнала;

L-значение индуктивности.

Катушку индуктивности следует выбирать с током насыщения не менее пикового тока.

Для минимизации потерь, катушка индуктивности выбирается с наименьшим сопротивлением по постоянному току.

Типовая схема включения микросхемы

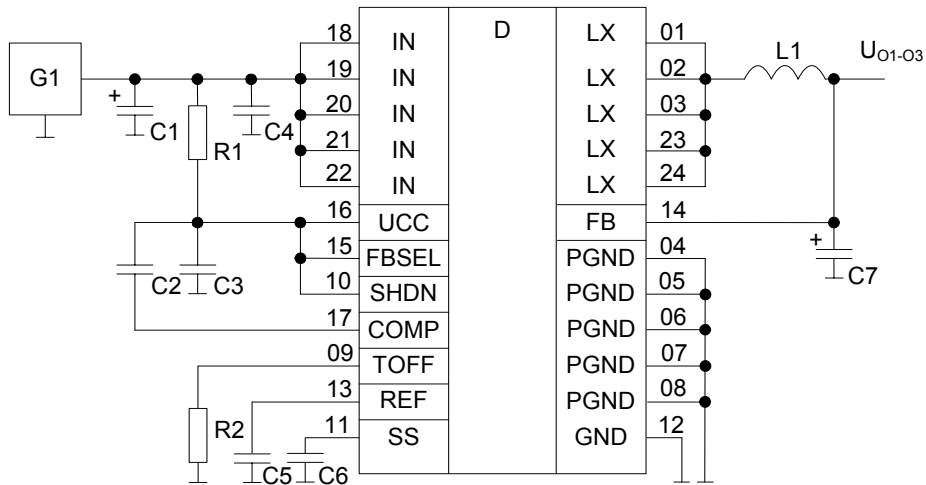


Рисунок 2 Типовая схема включения микросхемы

- D – микросхема;
- G1 – источник постоянного напряжения (3,0 – 5,5) В;
- L1 – индуктивность, L1 – согласно формулы (5);
- C1–C7 – конденсаторы; C1= C7= 100 мкФ ± 5 %, 16 В;
 C2= 470 пФ ± 5 %;
 C3= 2,2 мкФ ± 5 %;
 C4= C5= 1 мкФ ± 5 %;
 C6= 0,01 мкФ ± 5 %;
- R1, R2 – резисторы; R1= 10 Ом ± 1%, 0,125Вт;
 R2– согласно формулы (4).

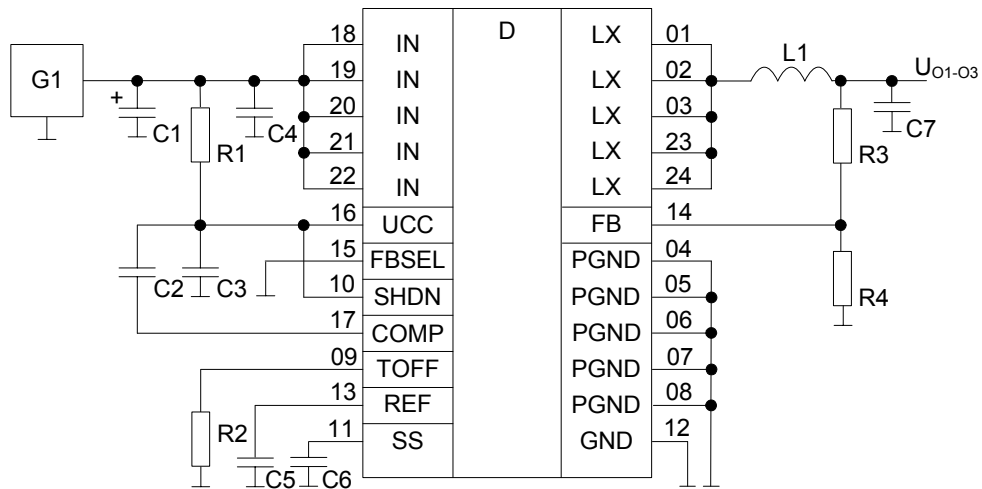


Рисунок 3 Типовая схема включения микросхемы в режиме регулируемого выходного напряжения устанавливаемого внешним резистивным делителем

- D – микросхема;
- G1 – источник постоянного напряжения (3,0 – 5,5) В;
- L1 – индуктивность, L1 – согласно формулы (5);
- C1–C7 – конденсаторы; C1= C7= 100 мкФ ± 5 %, 16 В;
 C2= 470 пФ ± 5 %;
 C3= 2,2 мкФ ± 5 %;
 C4= C5= 1 мкФ ± 5 %;
 C6= 0,01 мкФ ± 5 %;
- R1 – R4 – резисторы; R1= 10 Ом ± 1%, 0,125 Вт;
 R2– согласно формулы (4);
 $R3=R1 \cdot (U_O/U_{REF} - 1)$ (8)
 R4= 50 кОм ± 1%, 0,125 Вт.

Таблица 2* – Пример выбор элементов L1, R2 в зависимости от напряжения питания и выходного напряжения, для $I_{Omax} = 1,5$ А, $f_S = 300$ кГц.

| U _{CC} | U _{O1} , U _{O2} , U _{O3} , В | L1, мкГн | R2, кОм |
|-----------------|---|----------|---------|
| 5,0 | 3,3 | 6,0 | 120 |
| 5,0 | 2,5 | 6,8 | 180 |
| 5,0 | 1,8 | 6,8 | 240 |
| 5,0 | 1,5 | 6,0 | 270 |
| 3,3 | 2,5 | 3,3 | 82 |
| 3,3 | 1,8 | 4,7 | 180 |
| 3,3 | 1,5 | 4,7 | 200 |

Примечание. Элементы L1, R2 приведены в таблице ориентировочно и определяются разработчиком в зависимости от напряжения питания и тока нагрузки.

Предельно допустимые характеристики микросхемы**Таблица 2**

| № п/п | Наименование параметра | Обозначение параметра | Предельно-допустимый режим | | Предельный режим | | Ед-цы измер |
|-------|---|-----------------------|----------------------------|--------------------|------------------|----------|-------------|
| | | | Не менее | Не более | Не менее | Не более | |
| 1 | Напряжение питания | U_{CC} | 3,0 | 5,5 | - | 6,0 | В |
| 2 | Входное напряжение на выводах IN | U_I | 3,0 | 5,5 | - | 6,0 | В |
| 3 | Входное напряжение низкого уровня на выводе 10 | U_{IL} | 0 | $0,1 \cdot U_{CC}$ | - | - | В |
| 4 | Входное напряжение высокого уровня на выводе 10 | U_{IH} | $0,9 \cdot U_{CC}$ | U_{CC} | - | - | В |
| 5 | Максимальный выходной ток | $I_{O\ max}$ | - | 1,5 | - | 1,7 | А |
| 6 | Частота коммутации при $U_{CC}= U_I= 3,3\ В$, FBSEL= GND | f_S | 100 | 400 | - | - | кГц |

Стойкость к воздействию статического электричества 2 кВ.

Электрические параметры микросхемы

Таблица 3

| № п/п | Наименование параметра | Обозначение параметра | Условия измерения | Норма параметра | | Ед-цы измер |
|-------|--|-----------------------|---|-----------------|-------|-------------|
| | | | | Мин. | Макс. | |
| 1 | Выходное напряжение | U_{O1} | $I_{LOAD}=(0-1,5) A, U_{FB}=U_O,$ $U_{CC}=U_I=(4-5,5) B,$ FBSEL= не подключен | 3,245 | 3,42 | В |
| | | U_{O2} | $I_{LOAD}=(0-1,5) A, U_{FB}=U_O,$ $U_{CC}=U_I=(3-5,5) B,$ FBSEL= U_{CC} | 2,45 | 2,6 | |
| | | U_{O3} | $I_{LOAD}=(0-1,5) A, U_{FB}=U_O,$ $U_{CC}=U_I=(3-5,5) B,$ FBSEL= REF | 1,05 | 1,15 | |
| 2 | Опорное напряжение | U_{REF} | $U_{CC}=U_I=3,3 B, FBSEL= GND$ | 1,07 | 1,13 | В |
| 3 | Регулируемое значение выходного напряжения | U_R | $I_{LOAD}=0 A, U_{CC}=U_I=(3,0-5,5) B,$ FBSEL= REF | U_{REF} | U_I | В |
| 4 | Входной ток по выводу FB | I_{I_FB} | $U_{CC}=U_I=3,3 B, U_{FB}=1,2 B,$ FBSEL= GND | 0 | 300 | нА |
| 5 | Ток потребления в режиме холостого хода | I_{CC} | $U_{CC}=U_I=3,3 B, U_{FB}=3,3 B$ | - | 400 | мкА |
| 6 | Ток срабатывания схемы защиты | I_{IK} | $U_{CC}=U_I=3,3 B, FBSEL= GND$ | 1,70 | 3,65 | А |
| 7 | Время сохранения сигнала | t_v | $R_{TOFF}=400 \text{ кОм}$ | 2,5 | 5,0 | мкс |
| 8 | Сопротивление в открытом состоянии р - транзистора | $R_{ON, P1}$ | $I_{LX}=0,5 A U_{CC}=U_I=4,5 B$ | - | 150 | МОм |
| | | $R_{ON, P2}$ | $I_{LX}=0,5 A, U_{CC}=U_I=3,0 B$ | - | 200 | |
| 9 | Сопротивление в открытом состоянии п - транзистора | $R_{ON, N1}$ | $I_{LX}=0,5 A U_{CC}=U_I=4,5 B$ | - | 200 | МОм |
| | | $R_{ON, N2}$ | $I_{LX}=0,5 A U_{CC}=U_I=3,0 B$ | - | 200 | |
| 10 | Температура срабатывания защиты | T_{THP} | | 160 | | °С |
| 11 | Температура отпускания защиты | T_{THN} | | 105 | | °С |
| 12 | Гистерезис температур срабатывания/отпускания | ΔT_{TH} | | 55 | | °С |

Типовые зависимости

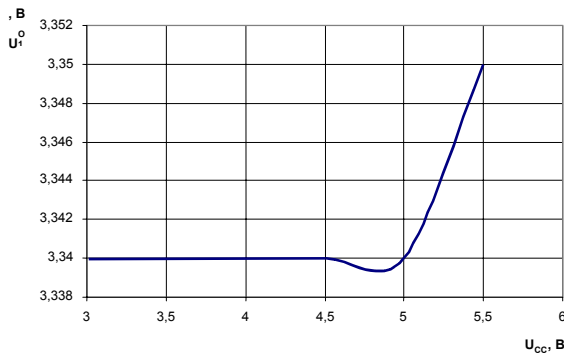


Рисунок 4 Зависимость выходного напряжения от напряжения питания при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(4,0-5,5)$ В, FBSEL= не подключен

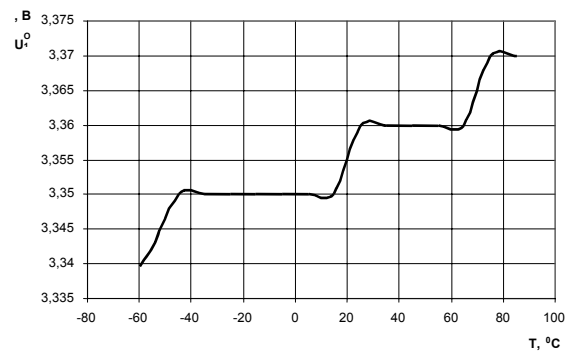


Рисунок 5 Зависимость выходного напряжения от температуры при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(4,0-5,5)$ В, FBSEL= не подключен

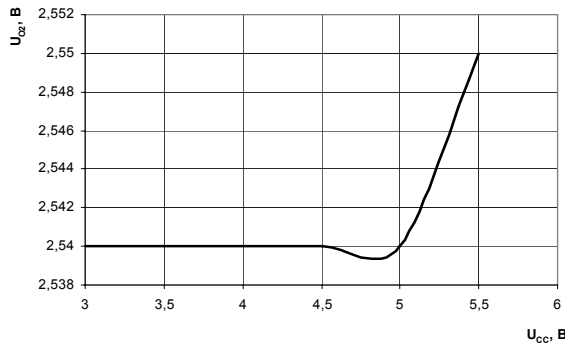


Рисунок 6 Зависимость выходного напряжения от напряжения питания при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(3,0-5,5)$ В, FBSEL= U_{CC}

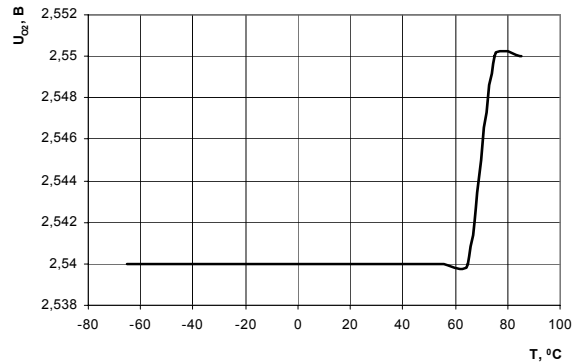


Рисунок 7 Зависимость выходного напряжения от температуры при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(3,0-5,5)$ В, FBSEL= U_{CC}

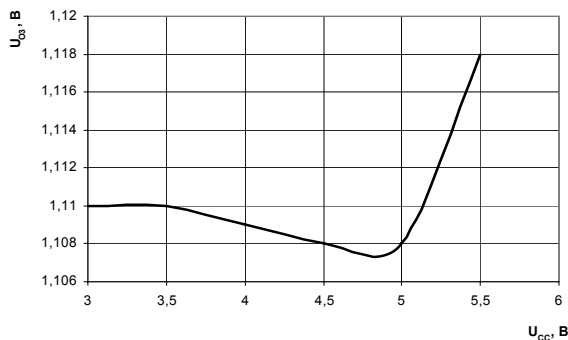


Рисунок 8 Зависимость выходного напряжения от напряжения питания при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(3,0-5,5)$ В, FBSEL= REF

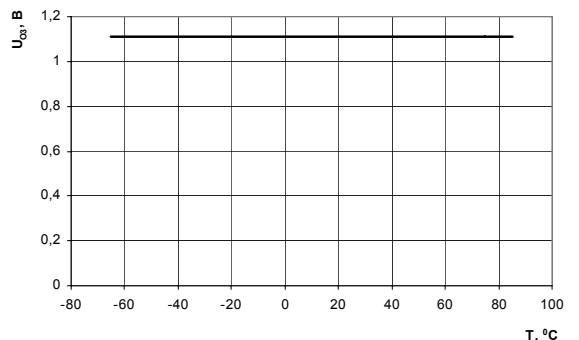


Рисунок 9 Зависимость выходного напряжения от температуры при $I_{LOAD}=(0-1,5)$ А, $U_{FB}=U_O$, $U_{CC}=U_I=(3,0-5,5)$ В, FBSEL= REF

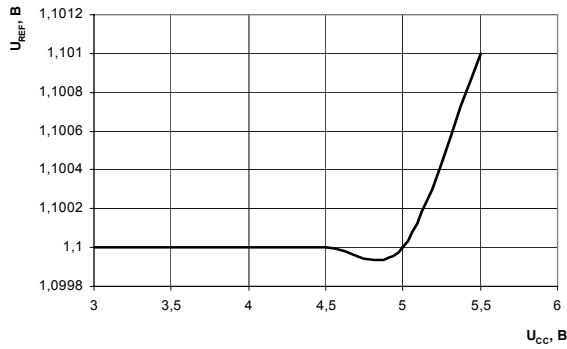


Рисунок 10 Зависимость опорного напряжения от напряжения питания при FBSEL= GND

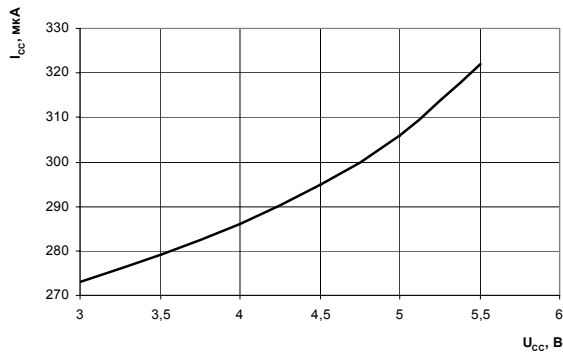


Рисунок 12 Зависимость тока потребления в режиме холостого хода от напряжения питания при 25 °С

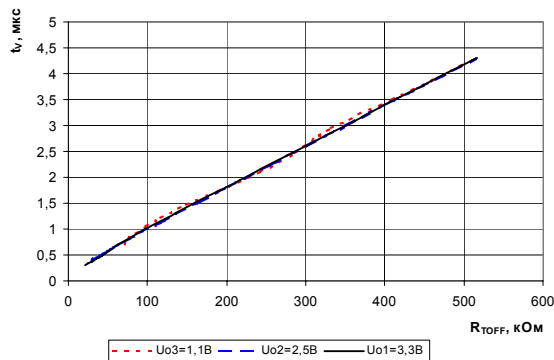


Рисунок 14 Зависимость времени сохранения сигнала от значения сопротивления резистора на выводе TOFF

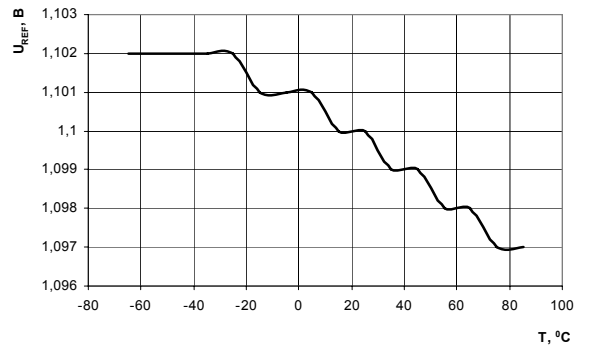


Рисунок 11 Зависимость опорного напряжения от температуры при $U_{CC} = U_I = 3,3$ В, FBSEL= GND

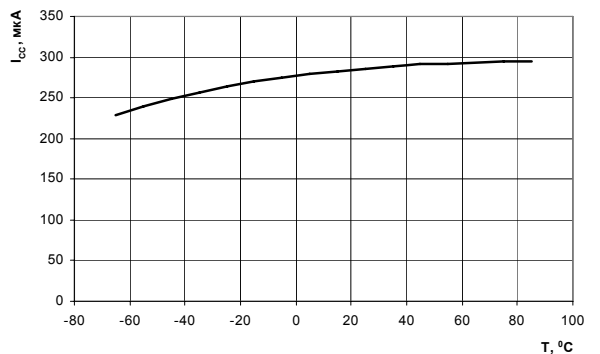


Рисунок 13 Зависимость тока потребления в режиме холостого хода от температуры при $U_{CC} = U_I = 3,3$ В, $U_{FB} = 1,2$ В

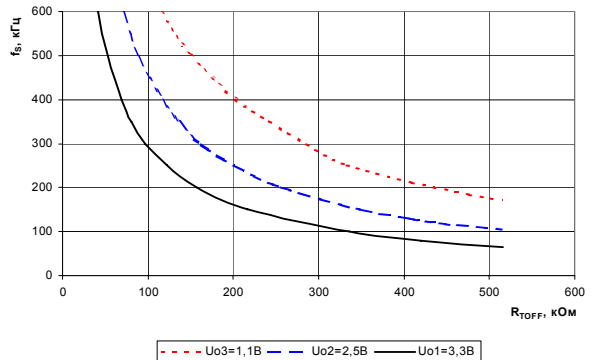


Рисунок 15 Зависимость частоты коммутации от значения сопротивления резистора на выводе TOFF

Габаритный чертеж микросхемы

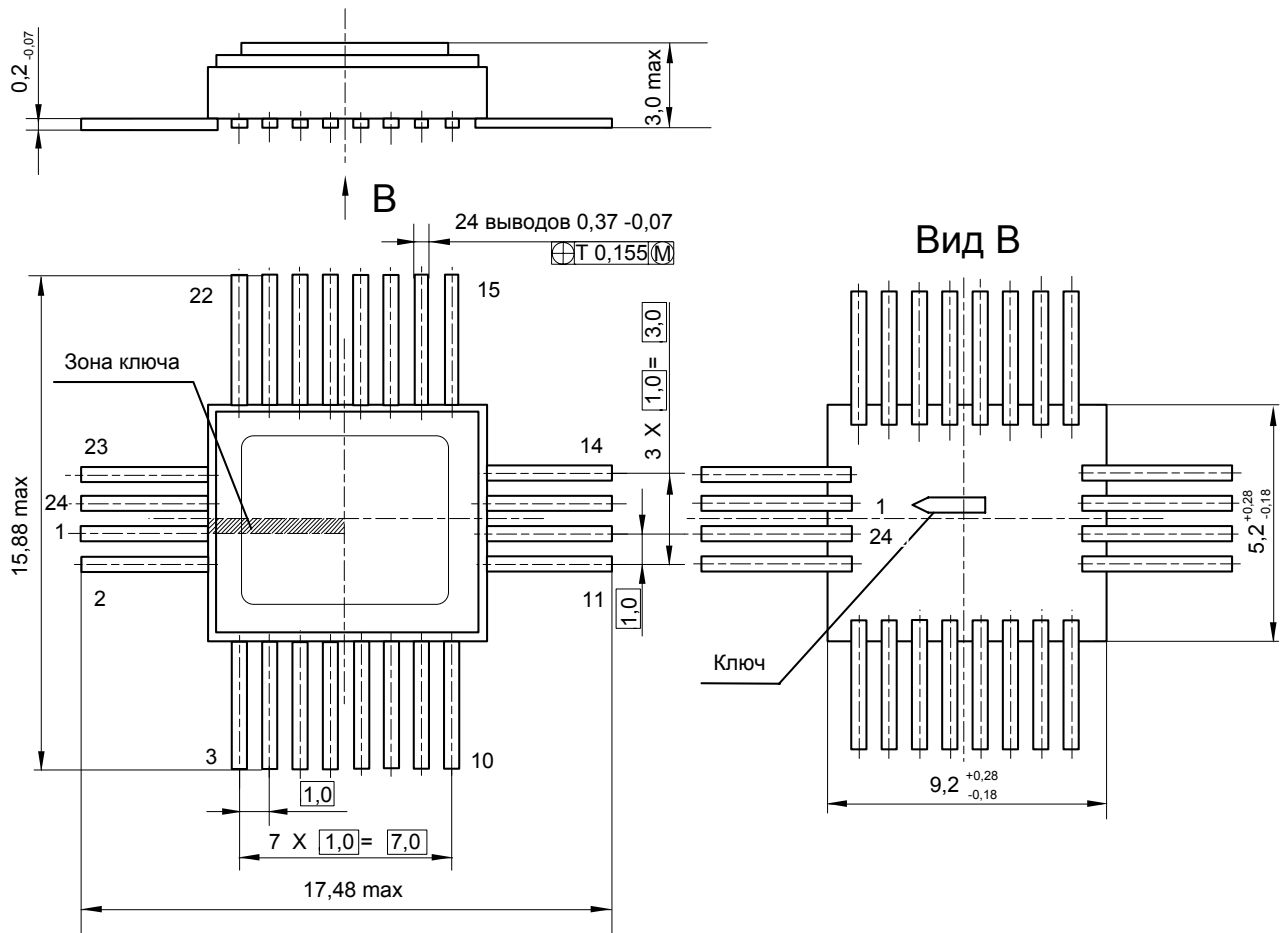


Рисунок 16 Габаритный чертеж микросхемы в корпусе H06.24-2B

Информация для заказа

| Обозначение микросхемы | Маркировка | Тип корпуса | Температурный диапазон |
|------------------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 1310ПН1У | 1310ПН1У | H06.24-1B | минус 60 – 85 °С |
| К1310ПН1У | К1310ПН1У | H06.24-1B | минус 60 – 85 °С |
| К1310ПН1АУ | К1310ПН1У [•] | H06.24-1B | 0 – 70 °С |

Микросхемы с приемкой «ВП» маркируются ромбом.
Микросхемы с приемкой «ОТК» маркируются буквой «К».

Лист регистрации изменений

| № п/п | Дата | Версия | Краткое содержание изменения | №№ изменяемых листов | №№ новых листов |
|-------|------------|--------|---|----------------------|-----------------|
| 1 | 02.04.2010 | 2.2 | Корректировка на основании планового пересмотра документации | 1, 2, 12 | |
| 2 | 27.04.2010 | 2.3 | Замена логотипа | 1 | |
| 3 | 08.07.2010 | 2.4 | 1. Изменен рис. 3 2. Приведены в соответствие с ТУ рис. 4-15 | 7 10, 12 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |