

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Работа при напряжении питания от 1.0 В до 30.0 В  
Режим повышения и понижения напряжения  
Минимальное наличие внешних деталей  
Детектор разряда батарей  
Регулируемое ограничение тока  
Заданные и регулируемые выходные напряжения  
Корпус 8-Pin DIP или SO-8

**ПРИМЕНЕНИЕ**

Мобильные телефоны  
Первичный элемент 5 В преобразователей  
Настольные и переносные компьютеры  
Пейджеры  
Видеокамеры  
Батареи резервного питания  
Переносное оборудование  
Драйверы лазерных диодов  
Карманные записные электронные книжки

**ОСНОВНОЕ ОПИСАНИЕ**

ADP1110 – часть семейства коммутирующих стабилизаторов поднятия и снижения напряжения, которые работают при малом входном напряжении питания, вплоть до 1В. Очень низкое входное напряжение разрешает применять ADP1110 в качестве единственного элемента первичного источника питания.

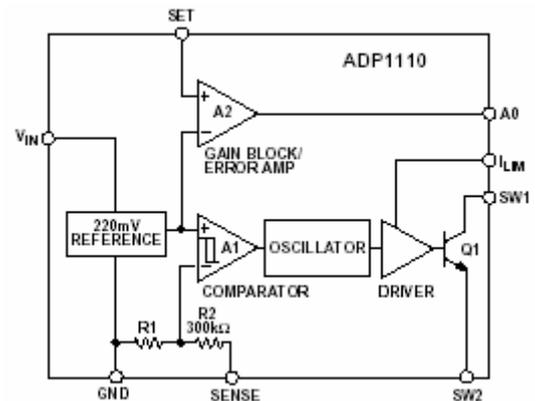
ADP1110 была сделана для работы в режиме повышения или понижения напряжения, но если входное напряжение больше 3 В, то ADP1110 будет работать с более эффективным результатом.

Дополнительный усилитель может служить как детектор разряда батарей или линейный регулятор.

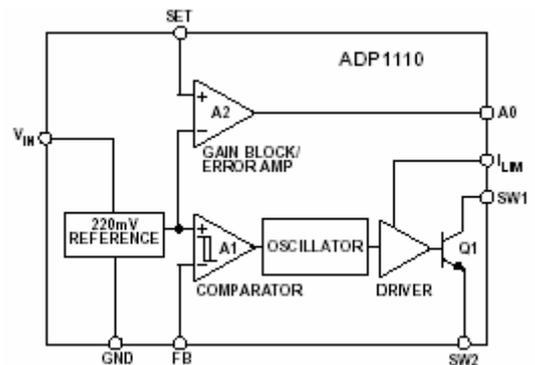
Ток покоя 300 мкА дает возможность применять ADP1110 для удаленного контроля или управления батареями питания.

Также рабочая частота 70 кГц допускает использование конденсаторов и дросселей поверхностного монтажа.

Схема защиты батарей ограничивает обратный ток к безопасным значениям, а также обратное напряжение до 1,6 В.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ**

Структурная схема ADP1110 – версия с фиксированными выходными напряжениями



Структурная схема ADP1110 – версия с регулируемыми выходными напряжениями

# ADP1110 - Технические характеристики

(От 0°C до +70°C,  $V_{IN} = 5$  В, если не указано иное)

Параметр	Состояние	$V_S$	MIN	TYPE	MAX	Ед.	
Ток покоя	Выключено	$I_Q$		300		мкА	
Входное напряжение	Режим повышения напряжения	$V_{IN}$	1,15		2,6	В	
	Режим понижения напряжения				30		
Порог срабатывания внутреннего компаратора	ADP1110 <sup>1</sup>		210	220	230	мВ	
Выходное напряжение вывода SENSE	ADP1110 – 3.3 <sup>2</sup>	$V_{OUT}$			3.13	В	
	ADP1110 – 5 <sup>2</sup>				4.75		5.25
	ADP1110 – 12 <sup>2</sup>				11.4		12.6
Гистерезис компаратора	ADP1110			4	8	мВ	
Выходной гистерезис	ADP1110 – 3.3				66	130	
	ADP1110 – 5				90	180	
	ADP1110 – 12				200	400	
Частота генератора		$f_{OSC}$	52	70	90	кГц	
Рабочий цикл	Предельная нагрузка ( $V_{FB} < V_{REF}$ )	DC	62	69	78	%	
Время срабатывания		$t_{ON}$	7,5	10	12,5	мкс	
Ток смещения обратной связи	ADP1110 $V_{FB} = 0$ В	$I_{FB}$		150	240	нА	
Ток смещения вывода SET	$V_{SET} = V_{REF}$	$I_{SET}$		300	500	нА	
Выходное напряжение A0	$I_{A0} = 300$ мкА $V_{SET} = 150$ мВ	$V_{A0}$		0,15	0,4	В	
Опорная линейная стабилизация	$1,0$ В $\leq V_{IN} \leq 1,5$ В				0,35	%/В	
	$1,5$ В $\leq V_{IN} \leq 12$ В				0,05	0,1	%/В
Включающее напряжение насыщения режима повышения напряжения	$V_{IN} = 1,5$ В, $I_{SW} = 400$ мА, +25°C От $T_{MIN}$ до $T_{MAX}$	$V_{CEZAT}$			300	500	
					400	600	
					400	650	
					700	750	
	$V_{IN} = 5$ В, $I_{SW} = 1$ А, +25°C				700	1000	
Погрешность усилителя(A2)	$R_L = 100$ кОм <sup>3</sup>	$A_V$	1000	5000		В/В	
Обратный ток батареи	$T_A = +25^\circ\text{C}$ <sup>4</sup>	$I_{REV}$		750		мА	
Типичный предельный температурный коэффициент	$V_{IN}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$			-0,3		%/°C	
Ток утечки	Измеренный на выводе SW <sub>1</sub> , $T_A = +25^\circ\text{C}$	$I_{LEAK}$		1	10	мкА	
Максимальное отклонение ниже общей “земли”	$I_{SW1} \leq 10$ мкА, Выключено, $T_A = +25^\circ\text{C}$	$V_{SW2}$		-400	-350	мВ	

## ПРИМЕЧАНИЯ:

<sup>1</sup> Этот параметр показывает, что оба и высший и нижний порог сравнения компаратора лежат в пределах от 210 мВ до 230 мВ.

<sup>2</sup> Этот параметр показывает, что заданные выходные напряжения будут находится в установленных диапазонах. Форма сигнала на выводе SENSE пилообразна, близкая по форме к гистерезису компаратора.

<sup>3</sup> Резистор номиналом 100 кОм должен быть присоединен между питанием (5 В) и выводом A0.

<sup>4</sup> ADP1110 будет работать в таком режиме если к “земле”(GND) и выводу SW<sub>2</sub> приложено постоянное напряжение 1,6 В, а выводы  $V_{IN}$ ,  $I_{LIM}$  и SW<sub>1</sub> заземлены.

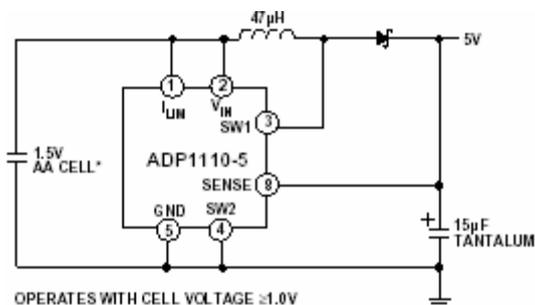
<sup>5</sup> Все пределы крайних значений температуры определены согласно стандартных статических методов контроля качества.

Технические характеристики могут иметь другие значения если не учитывать примечаний.

**АБСОЛЮТНЫЕ МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ**

Входное напряжение питания, повышающий режим.....15 В  
 Входное напряжение питания, понижающий режим.....36 В  
 Напряжение вывода SW<sub>1</sub>.....50 В  
 Напряжение вывода SW<sub>2</sub>.....от -0,5 В до V<sub>IN</sub>  
 Напряжение обратной связи (ADP1110).....5,5 В  
 Рабочий ток.....1,5 А  
 Максимальная рассеиваемая мощность.....500 мВт  
 Диапазон рабочих температур.....от 0°C до +70°C  
 Диапазон температур при которых сохраняется работоспособность.....от -65°C до +150°C  
 Температура пайки(не более 10 с).....300°C

**ТИПИЧНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ**



\*применить конденсатор развязки(10мкФ) если частота источника напряжения больше в два раза чем у ADP1110.

Рисунок 1.1 Преобразователь 1,5 В в 5 В

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА**

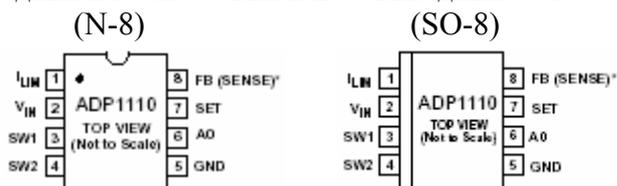
Модель	Выходное напряжение	Исполнение
ADP1110AN	Регулируемое	N-8
ADP1110AR	Регулируемое	SO-8
ADP1110AN-3,3	3,3 В	N-8
ADP1110AR-3,3	3,3 В	SO-8
ADP1110AN-5	5 В	N-8
ADP1110AR-5	5 В	SO-8
ADP1110AN-12	12 В	N-8
ADP1110AR-12	12 В	SO-8

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**

ESD electrostatic (discharge) sensitive device (устройство чувствительное к электростатическим разрядам). Электростатические заряды свыше 4000 В накопленные на человеческом теле и испытательном оборудовании могут разряжаться без обнаружения. Хотя у ADP1110 есть защитная ESD-схема, но может иметь место постоянное повреждение на устройствах подвергнутых высокоэнергетическим разрядам статического электричества. Поэтому, с присущими ESD предосторожностями, рекомендуется избегать ухудшения рабочих характеристик и потери функциональных возможностей.

**РАСПОЛОЖЕНИЕ ВЫВОДОВ**

8-выводный пластмассовый DIP 8-выводный SOIC



T<sub>JMAX</sub> = 90°, θ<sub>JA</sub> = 150 °C/Вт T<sub>JMAX</sub> = 90°, θ<sub>JA</sub> = 130°C/Вт  
 \*версия с фиксированными выходными напряжениями

**ОПИСАНИЕ ВЫВОДОВ**

Обозначение	Функция
<b>I<sub>LIM</sub></b>	В нормальном состоянии этот вывод соединен с V <sub>IN</sub> . Когда требуется ограничить ток, должен быть включен резистор между I <sub>LIM</sub> и V <sub>IN</sub> . Ограничение рабочего тока до 400 мА достигается подключением резистора сопротивлением 220 Ом.
<b>V<sub>IN</sub></b>	Входное напряжение
<b>SW<sub>1</sub></b>	Вывод коллектора мощного транзистора. Для режима понижения напряжения соединяется с V <sub>IN</sub> . Для режима повышения напряжения соединяется с дросселем, диодом.
<b>SW<sub>2</sub></b>	Вывод эмиттера мощного транзистора. Для режима понижения напряжения соединяется с дросселем, диодом. Для режима повышения напряжения заземляется. Непозволительно чтоб напряжение на этом выводе было больше чем на “минусе” диода относительно земли.
<b>GND</b>	Земля
<b>AO</b>	Выход вспомогательного усилителя . Открытый коллектор может потреблять до 300 мкА. Может быть не подключен, если не используется.
<b>SET</b>	Вход вспомогательного усилителя. Усилитель прямым входом присоединен к выводу SET и инверсным входом к опорному источнику 220 мВ. Может быть не подключен, если не используется.
<b>FB/SENSE</b>	В ADP1110 (с регулирующими напряжениями) этот вывод присоединен к входу компаратора. В ADP1110-3,3, ADP1110-5, ADP1110-12 этот вывод идет прямо к внутреннему сопротивлению, которое устанавливает выходное напряжение.



# ADP1110 - Типичные характеристики

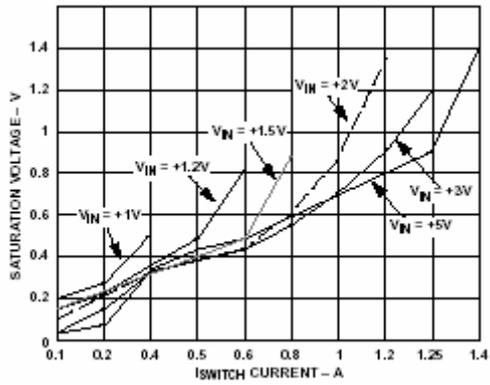


Рисунок 2. Напряжение насыщения от рабочего тока в режиме повышения напряжения

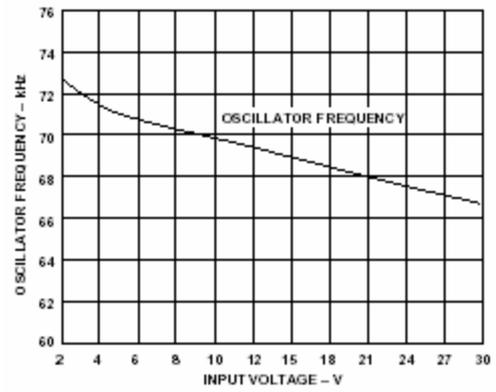


Рисунок 5. Частота генератора от входного напряжения

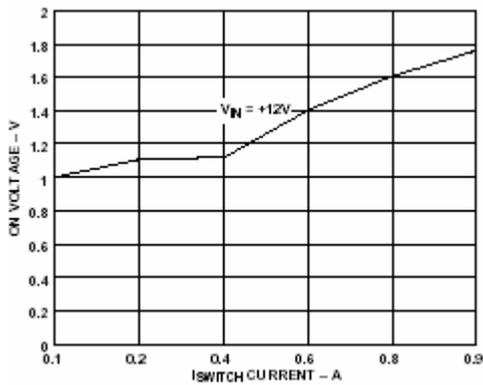


Рисунок 3. Напряжение включения от рабочего тока в режиме понижения напряжения

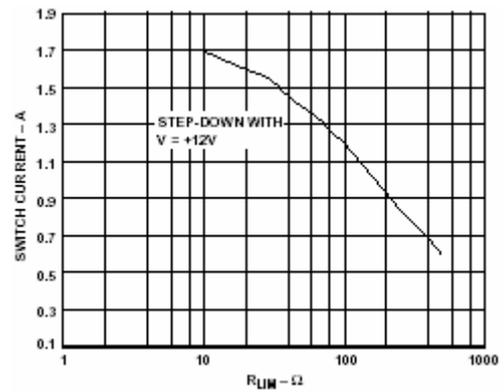


Рисунок 6. Максимальный рабочий ток от  $R_{LIM}$

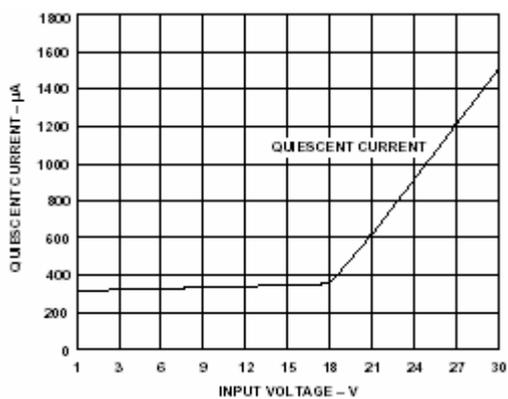


Рисунок 4. Ток покоя от входного напряжения

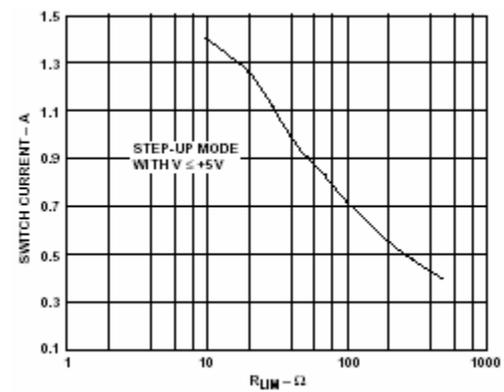


Рисунок 7. Максимальный рабочий ток от  $R_{LIM}$

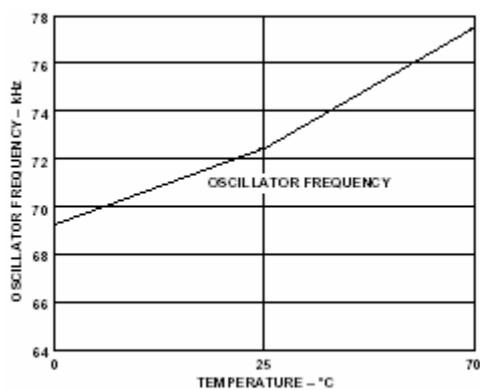


Рисунок 8. Частота генератора от температуры

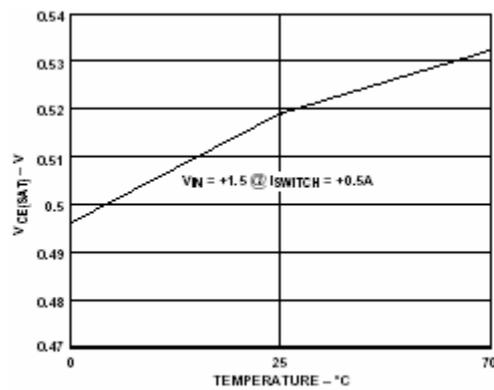


Рисунок 11. Напряжение включения режима понижения напряжения от температуры

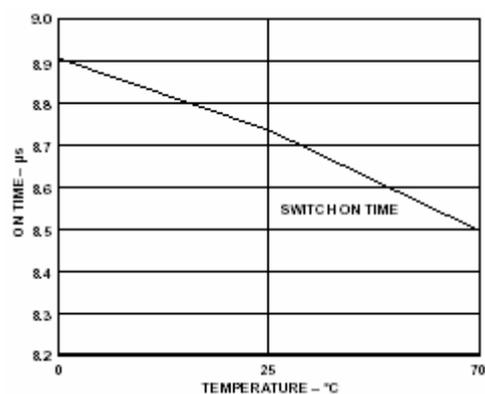


Рисунок 9. Время включения от температуры

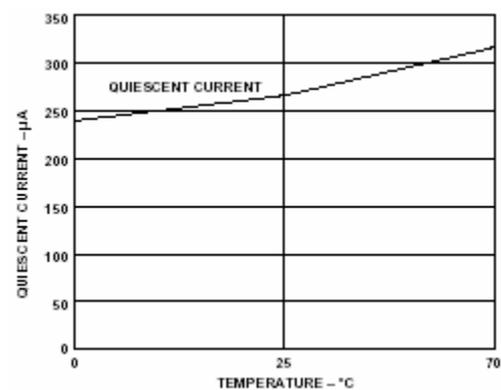


Рисунок 12. Ток покоя от температуры

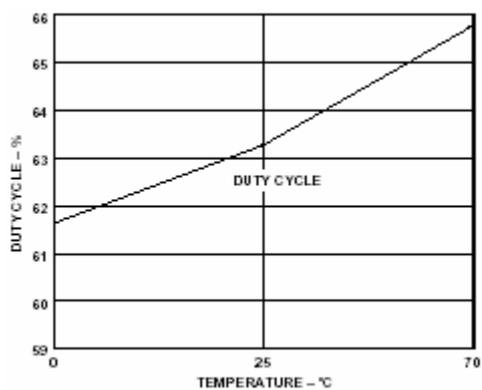


Рисунок 10. Рабочий цикл от температуры

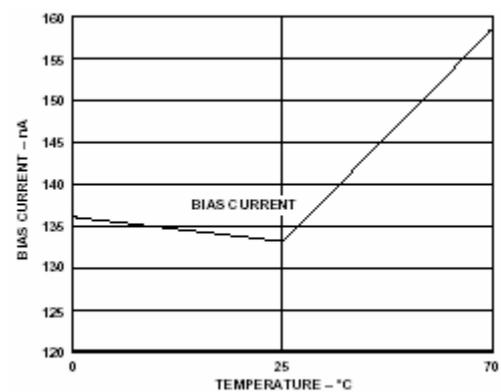


Рисунок 13. Ток смещения обратной связи от температуры

# ADP1110

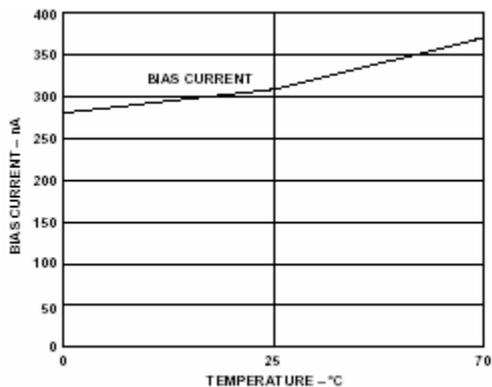


Рисунок 14. Ток смещения вывода SET от температуры

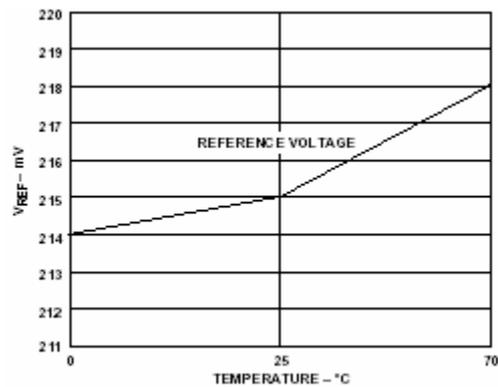


Рисунок 15. Опорное напряжение от температуры

## ТЕОРИЯ РАБОТЫ

ADP1110 – “гибкий”, маломощный контролер включения источника питания (SMPS).

Стабилизированное выходное напряжение может быть больше чем входное напряжение (увеличение или режим повышения) или меньше чем входное (уменьшение или режим понижения). Это устройство использует технологию управляемого генератора, чтобы дать очень высокое качество работы с низким током покоя. Функциональная структурная схема ADP1110 показана на первой странице. Внутренний источник опорного напряжения 220 мВ присоединен к одному из входов компаратора, в то время как второй вход соединен (через вывод FB) с внешней цепью обратной связи, которая стабилизирует выходное напряжение. Когда напряжение на выводе FB падает ниже 220 мВ, включается генератор 70 кГц. Драйвер – усилитель включает внутренний переключающий транзистор и это включение повышает выходное напряжение. Когда напряжение на выводе FB превышает 220 мВ, генератор выключается. Если генератор выключен ток покоя ADP1110 только 300 мкА. Компаратор имеет малый уровень гистерезиса, который гарантирует стабильность цикла без применения внешних компонент для частотной компенсации.

Максимальный ток внутреннего источника питания можно установить, подключив резистор между  $V_{IN}$  и  $I_{LIM}$ . Когда максимальный ток превышен, источник выключается. При предельном токе схема имеет время задержки приблизительно 800 нс. Если внешний резистор не применяется,  $I_{LIM}$  соединяется с  $V_{IN}$ . Дальнейшая информация относительно  $I_{LIM}$  включена в раздел “Применение” в этом техническом описании.

Внутренний генератор ADP1110 имеет время включения 10 мс и выключения 5 мс, которое является идеальным для применения, когда коэффициент между  $V_{IN}$  и  $V_{OUT}$  грубо равен трем (такой как производство 5 В от единственного источника 1,5 В). Более широкие диапазонные преобразования, такие как понижающие преобразователи, могут быть выполнены с некоторой потерей максимальной выходной мощности, которая может быть получена на выходе.

Дополнительный усилитель в ADP1110 может быть включен как детектор разряда батарей. Инвертирующий

вход усилителя внутренне соединен с источником опорного напряжения 220 мВ. Неинвертирующий вход соединен с выводом SET. Резисторный делитель включенный между  $V_{IN}$  и GND с соединением к выводу SET заставляет вывод A0 выдавать низкое значение напряжения, когда превышено заданное значение разряда для батареи. Вывод A0 – это открытый коллектор NPN транзистора, который может выдержать нагрузку в 300 мкА.

ADP1110 требует внешних соединений для коллектора и эмиттера внутреннего переключающим транзистором, который разрешает работать в режиме повышения или понижения. Для режима повышения эмиттер (вывод SW2) заземлен и коллектор (вывод SW1) включен через дроссель. Для режима понижения эмиттер включен через индуктивность, в то время как коллектор присоединен к  $V_{IN}$ .

Выходное напряжение ADP1110 устанавливается двумя внешними резисторами. Также имеются три модели с заданными напряжениями: ADP1110-3,3 (+3,3 В), ADP1110-5 (+5 В), ADP1110-12 (+12 В). Модели с заданными напряжениями идентичны обычной ADP1110 за исключением того, что вырезанные лазером сопротивления установки напряжения вмещает в себе кристалл. Требуется только три внешних компонента чтобы сформировать +3,3 В, +5 В или +12 В преобразователь. В модели ADP1110 с заданными напряжениями выходное напряжение берется прямо с вывода SENSE (вывод 8).

## ВЫБОР КОМПОНЕНТ

### Основные замечания по выбору дросселя

Когда в ADP1110 включается внутренний переключающий транзистор, через дроссель начинает течь ток. При включенном транзисторе энергия сохраняется в сердечнике дросселя и эта накопленная энергия передается нагрузке, когда транзисторе выключен. Поскольку коллектор и эмиттер переключающего транзистора доступны в ADP1110, то выходное напряжение может быть выше, ниже и противоположной полярности чем входное напряжение.

Чтобы найти дроссель для ADP1110 нужно чтобы были определены собственное значение

индуктивности, ток насыщения и сопротивление при постоянном токе. Процесс расчета не сложный и отдельные уравнения для каждой конфигурации схемы приводятся в этом техническом описании. Однако, в основном состоянии значение индуктивности дросселя должно быть достаточно низким, чтобы сохранить полученное количество энергии (когда входное напряжение и время включения минимальны), но при этом достаточно высокой, чтобы индуктивность не достигла полного насыщения при максимальных значениях  $V_{IN}$  и времени включения. Также дроссель должен сохранить достаточно энергии, чтобы отдать ее в нагрузку без насыщения. Наконец, сопротивление дросселя при постоянном токе должно быть достаточно низко, чтобы чрезмерная мощность не расходовалась впустую на нагрев обмоток. Для большинства включений ADP1110 значение индуктивности дросселя – от 15 мкГн до 100 мкГн с током насыщения в диапазоне от 300 мА до 1 А и сопротивлением по постоянному току соответственно  $< 0,4$  Ом. Ферритовые сердечники дросселей, которые отвечают этим техническим требованиям, встречаются в миниатюрном исполнении, а также для поверхностного монтажа.

Чтобы минимизировать электромагнитные помехи (EMI) рекомендуется применять броневые сердечники или тороиды. Стержневые сердечники могут снизить стоимость, если EMI не проблема.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ ДРОССЕЛЯ

Выбор значения – простой трехшаговый процесс:

1. Определение рабочих параметров: минимальное и максимальное входное напряжение, выходное напряжение и выходной ток.
2. Выберите соответствующее преобразование (повышение, понижение или инвертирование).
3. Вычисление значения индуктивности при использовании уравнений следующих разделов.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ ДРОССЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В повышающем режиме или в повышающем преобразователе (Рисунок 19) дроссель должен сохранить достаточно энергии, чтобы можно было сделать требуемую разницу между входным и выходным напряжением. Энергия(мощность) которая должна сохраниться, рассчитывается за таким уравнением:

$$P_L = (V_{OUT} + V_D - V_{IN(MIN)}) \cdot I_{OUT} \quad (\text{Уравнение 1})$$

где  $V_D$  - прямое падение напряжения на диоде ( $\approx 0,5$  В для диода Шоттки типа 1N5818). Поскольку энергия в дросселе сохраняется только, когда ADP1110 включена, то энергия, сохраняемая в дросселе за цикл переключения, должна быть равна или больше чем:

$$\frac{P_L}{f_{OSC}} \quad (\text{Уравнение 2})$$

для ADP1110, чтобы можно было регулировать выходное напряжение.

Когда включен внутренний переключающий транзистор, через дроссель течет ток, который вычисляется:

$$I_L(t) = \frac{V_{IN}}{R'} \left( 1 - e^{-\frac{R't}{L}} \right) \quad (\text{Уравнение 3})$$

где  $L$  в Генри, а  $R'$  – сумма эквивалентного сопротивления источника (обычно 0,8 Ом при 25° C) и сопротивления дросселя по постоянному току. Если напряжения падения через источник настолько мало, что сравнимо с  $V_{IN}$ , то используется более простое уравнение:

$$I_L(t) = \frac{V_{IN}}{L} t \quad (\text{Уравнение 4})$$

Замена 't' в вышеприведенном уравнении на время включения для ADP1110 (обычно 10 мкс) даст возможность определить максимальное значение тока для данного значения индуктивности дросселя и входного напряжения. В этой точке энергия дросселя может быть рассчитана следующим образом:

$$E_L = \frac{1}{2} L \cdot I_{PEAK}^2 \quad (\text{Уравнение 5})$$

Как предварительно упомянуто,  $E_L$  должна быть больше  $P_L/f_{OSC}$ , чтобы ADP1110 могла питать нагрузку необходимой мощностью. Для большей эффективности максимальное значение тока должно быть ограничено до 1 А или меньше. Высокие токи понизят эффективность из-за увеличения напряжения насыщения транзистора. Высокое пиковое значения тока также увеличивает пульсацию на выходе. Основное правило: держите максимальное значение тока настолько низким насколько возможно, чтобы минимизировать потери в транзисторе, дросселе и диоде.

На практике значение индуктивности дросселя легко вычисляется, используя вышеизложенные уравнения. Для примера рассмотрим источник питания, который выдает 12 В и 120 мА от источника напряжения от 4,5 В до 8 В. Мощность дросселя задается уравнением 1:

$$P_L = (12\text{В} + 0,5\text{В} - 4,5\text{В}) \cdot 120\text{ мА} = 960\text{ мВт}$$

Для каждого рабочего цикла энергия дросселя должна удовлетворять условию:

$$\frac{P_L}{f_{OSC}} = \frac{960\text{ мВт}}{70\text{ кГц}} = 13,7\text{ мкДж}$$

Примем за отправную точку, что максимальное значение тока равно 1 А, тогда рекомендованное значение индуктивности дросселя будет:

$$L = \frac{V_{IN}}{I_{L(MAX)}} t = \frac{4,5\text{ В}}{1\text{ А}} 10\text{ мкс} = 45\text{ мкГн}$$

Заменим полученное значение индуктивности на стандартное 47 мкГн с сопротивлением для постоянного тока 0,2 Ома, что вызовет такое максимальное значение рабочего тока:

# ADP1110

$$I_{PEAK} = \frac{4,5 \text{ В}}{1 \text{ Ом}} \left( 1 - e^{-\frac{10 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ мкс}}{47 \text{ мкГн}}} \right) = 862 \text{ мА}$$

Как только максимальное значение тока стало известно, то энергия дросселя рассчитывается за уравнением 5:

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot (47 \text{ мкГн}) \cdot (862 \text{ мА})^2 = 17,5 \text{ мкДж}$$

Так как энергия дросселя равна 17,5 мкДж, что больше чем требует соотношение  $P_L/f_{osc}$  (13,7 мкДж), то дроссель индуктивностью 47 мкГн будет работать в этом устройстве. Подставляя другие значения индуктивности в те же самые уравнения можно найти оптимальное значение индуктивности дросселя. При выборе дросселя пиковое значение тока не должно превысить максимального рабочего тока (1,5 А).

Пиковое значение тока должно быть найдено и для наибольшего и наименьшего значений входного напряжения. Если рабочий ток высокий когда  $V_{IN}$  минимальное, то предел в 1,5 А может быть превышен когда  $V_{IN}$  максимальное. В таком случае предельный ток ADP1110 может быть превышен предельным рабочим током. Просто подберите резистор (используя рисунок 7), который ограничит максимальный рабочий ток значением  $I_{PEAK}$ , которое было вычислено для минимального значения  $V_{IN}$ . Это повысит эффективность сохранения  $I_{PEAK}$  как константы с увеличением  $V_{IN}$ . Смотри раздел “Ограничение рабочего тока” в этом техническом описании для более подробной информации.

Замечание: когда ограничение рабочего тока не защищает схему то этот вывод замыкается на землю. В этом случае ток ограничивается только сопротивлением дросселя по постоянному току и прямым падением напряжения на диоде.

## ВЫБОР ДРОССЕЛЯ ДЛЯ Понижающего КОНВЕРТЕРА

Понижающий режим работы показан на рисунке 20.

В отличие от повышающего режима ADP1110 не достигает полного насыщения, поэтому в этом режиме рабочий ток должен быть ограничен 800 мА. Если входное напряжение изменяется в широком диапазоне, вывод  $I_{LIM}$  используется для ограничения максимального рабочего тока. Высокий рабочий ток возможен при добавлении внешнего переключающего резистора, как показано на рисунке 22.

Первый шаг при выборе дросселя для понижающего режима – это вычисление пикового значения рабочего тока следующим образом:

$$I_{PEAK} = \frac{2I_{OUT}}{DC} \cdot \left( \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN} - V_{SW} + V_D} \right) \quad (\text{Уравнение 6})$$

где: DC = рабочий цикл (0,69 для ADP1110)

$V_{SW}$  = падение напряжение на коммутирующем транзисторе

$V_D$  = падение на диоде (0,5 В для 1N5818)

$I_{OUT}$  = выходной ток

$V_{OUT}$  = выходное напряжение

$V_{IN}$  = минимальное входное напряжение

Как предварительно упомянуто рабочее напряжение в понижающем режиме выше чем в повышающем.  $V_{SW}$  – это функция от рабочего тока и поэтому это также функция от  $V_{IN}$ , L, времени и  $V_{OUT}$ . Для дальнейшего использования рекомендуется значение  $V_{SW} = 1,5 \text{ В}$ . Значение индуктивности дросселя может быть теперь рассчитано как:

$$L = \frac{V_{VIN(MIN)} - V_{SW} - V_{OUT}}{I_{PEAK}} \cdot t_{ON} \quad (\text{Уравнение 7})$$

где:  $t_{ON}$  – время включения (10 мкс).

Если входное напряжение изменяется (а в таком применении преобразователя это должен быть источник 9 В, 12 В или 15 В) то должен быть выбран резистор  $R_{LIM}$  по рисунку 6. Резистор  $R_{LIM}$  будет сохранять рабочий ток как константу при повышении входного напряжения. Заметьте, что значение  $R_{LIM}$  для повышающего и понижающего режимов выбираются отдельно.

Для примера примем что требуется 5 В и 250 мА от источника от +9 В до +18 В. Получаем что пиковое значение тока за уравнением 6 выходит:

$$I_{PEAK} = \frac{2 \cdot 250 \text{ мА}}{0,69} \left( \frac{5 + 0,5}{9 - 1,5 + 0,5} \right) = 498 \text{ мА}$$

Тогда, подставляя пиковый ток в уравнение, 7 мы сможем рассчитать значение индуктивности:

$$L = \frac{9 - 1,5 + 0,5}{498 \text{ мА}} \cdot 10 \text{ мкс} = 50 \text{ мкГн}$$

Но 50 мкГн не из ряда стандартных значений, ближайшее нижнее значение будет 47 мкГн.

Чтобы избежать превышения максимального значения рабочего тока при +18 В нужно применить  $R_{LIM}$ . Используя кривую для понижающего режима на рисунке 6, значение сопротивления в 560 Ом ограничит рабочий ток до 500 мА.

## ВЫБОР ДРОССЕЛЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОЛЯРНОСТИ ПИТАНИЯ

Включение ADP1110 как преобразователя полярности питания показано на рисунке 23. Как в повышающем конвертере, вся выходная мощность схемы должна быть обеспечена дросселем. Заданную мощность дросселя получаем из формулы:

$$P_L = (|V_{OUT}| + V_D) \cdot (I_{OUT}) \quad (\text{Уравнение 8})$$

В ADP1110 в режиме преобразования полярности мощный ключевой транзистор не насыщается. Падение напряжения на ключе может быть представлено как падение напряжения в 0,75 В на базово-эмитерном переходе вместе с сопротивлением 0,65 Ом. Когда ключ включится, ток дросселя повысится на коэффициент определяемый как:

$$I_L(t) = \frac{V_L}{R'} \left[ 1 - e^{-\frac{R't}{L}} \right] \quad (\text{Уравнение 9})$$

где:  $R' = 0,65\Omega + R_{L(DC)}$

$$V_L = V_{IN} - 0,75 V$$

Для примера, примем что источник -5 В и 75 мА должен генерировать напряжение от +4,5 В до +5,5 В. Мощность дросселя вычисляется за уравнением 8:

$$P_L = (|-5 V| - 0,5 V) \cdot (75 \text{ mA}) = 413 \text{ мВ}$$

В течение каждого цикла переключения дроссель должен обеспечить следующую энергию:

$$\frac{P}{f_{OSC}} = \frac{413 \text{ мВ}}{70 \text{ кГц}} = 5,9 \text{ мкДж}$$

Использование стандартного дросселя индуктивностью 56 мкГн и сопротивлением по постоянному току 0,2 Ом вызовет такое пиковое значение тока:

Если мы знаем пиковое значение тока, то энергия сберегаемая дросселем вычисляется за уравнением 9:

Так как энергия дросселя 10,8 мкДж, что больше чем требуемое значение 5,9 мкДж соотношения  $P_L/f_{OSC}$ , то дроссель индуктивностью 56 мкГн подходит для данного применения.

Для этого примера входное напряжение изменяется только между 4,5 В и 5,5 В. Следовательно, значение пикового тока не требует применения  $R_{LIM}$  и вывод  $I_{LIM}$  нужно присоединить прямо к  $V_{IN}$ . Это утверждение остается в силе, пока пиковый ток не превышает 800 мА.

## ВЫБОР КОНДЕНСАТОРА

Для оптимальной эффективности работы ADP1110, выходной конденсатор должен тщательно подбираться. Выбор неподходящего конденсатора даст в результате низкую эффективность работы и (или) высокие выходные пульсации.

Обычный алюминиевый электролитический конденсатор недорогой, но довольно часто имеет плохие значения эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) и эквивалентной последовательной индуктивности (ESL).

Алюминиевые конденсаторы с низким ESR, также применяются в разработке преобразователей питания, и это лучший выбор чем применять готовое универсальное устройство. Еще лучшими характеристиками владеет танталовый конденсатор, хотя стоит дороже. Еще лучшие значения ESR достигаются использованием OS-CON конденсаторов (Sanyo Corporation, San Diego, CA). Эти устройства довольно малы, имеют tape-and-reel корпус и очень низкое значение ESR.

Эффект от подбора конденсатора на примере выходных пульсаций продемонстрирован на рисунке 16, 17 и 18. Эти рисунки сняты на выходе преобразователя на ADP1110, что позволяет увидеть разницу в использовании выходных конденсаторов. В каждом случае максимальный рабочий ток 500 мА и значение конденсатора 100 мкФ. Рисунок 16 показан для радиального 16-вольтового конденсатора фирмы Panasonic HF-серии. Когда включается питание скачок выходного напряжения достигает 90 мВ и затем разряжается за счет индуктивности в конденсаторе. Повышенное напряжение вызывается ESR значением 0,18 Ом. На рисунке 17 алюминиевый электролит заменен на 6-вольтовый танталовый конденсатор серии Sprague 293D. В этом случае выходной скачок порядка 30 мВ, что вызвано ESR значением 0,06 Ом. Рисунок 18 показывает 16-вольтовый OS-CON конденсатор в той самой схеме, где ESR только 0,02 Ом.

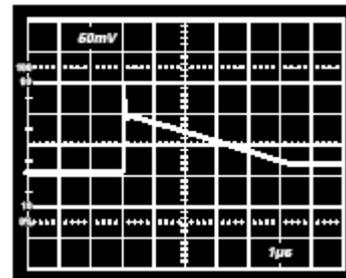


Рисунок 16. Алюминиевый электролит

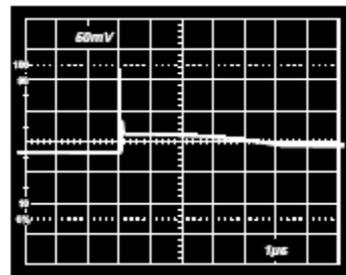


Рисунок 17. Танталовый электролит

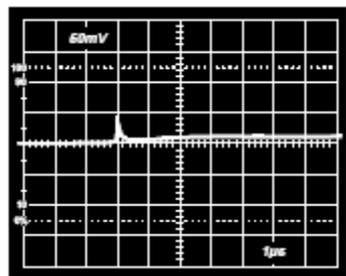


Рисунок 18. OS-CON конденсатор

Если низкие выходные пульсации очень важны, то пользователь должен использовать ADP3000. Потому, что это устройство работает на 400 кГц и использует низкие пиковые токи. Также более высокая рабочая частота упрощает разработку выходного фильтра. Обратитесь к технической документации на ADP3000 для дополнительных уточнений.

# ADP1110

## ВЫБОР ДИОДА

Из-за специфического применения диод должен быть быстрым, иметь малое прямое падение напряжения и малый обратный ток утечки. Когда ADP1110 выключается, диод должен быстро включиться и с высокой эффективностью сработать. Подходят диоды Шоттки и быстрые сигнальные диоды типа 1N4148. Прямое падение на диоде становится высоким только при работе на нагрузку, итак  $V_F$  также должно быть минимизировано. Снова – диоды Шоттки наиболее приемлемы. Значение тока утечки особо важно в маломощных низковольтных применениях, где утечка вносит ощутимый вклад в общее значение тока.

Для большинства схем с ADP1110 пригоден 1N5818. Этот диод имеет  $V_F$  порядка 0,5 В при токе в 1 А, ток утечки от 4 до 10 мкА, и быстрое время включения, выключения. В случае поверхностного монтажа MBRS130LT3 также подходит.

Для рабочего тока меньше 100 мА, применяется такой диод Шоттки как BAT85, который имеет  $V_F$  порядка 0,8 В при токе в 100 мА и ток утечки меньше 1 мкА. Есть аналогичный диод BAT54 в корпусе SOT23. Низкий стабильный ток утечки, в диапазоне от 1 до 5 нА, может быть получен с сигнальным диодом 1N4148.

Универсальный выпрямитель, такой как 1N4001, не пригоден в схемах на ADP1110. Этот компонент имеет время включения больше 10 мкс, что слишком медленно для применения в источниках питания. Использование такого диода сделает “запуск” в результате с большим временем и усилием. Схемы на ADP1110 стабильно функционируют с 1N4001, в результате использовать правильно выбранный диод можно для большинства схем.

## СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ, ПОВЫШАЮЩИЙ (УСИЛИВАЮЩИЙ) РЕЖИМ

В усиливающем режиме ADP1110 создает выходное напряжение выше, чем входное. Для примера +5 В производится от одной батарейки (1,5 В) или +12 В от источника питания логических элементов +5 В.

Рисунок 19 показывает, как подключить ADP1110 в повышающем режиме. Коллектор внутреннего переключающего транзистора питания подключен к выходному выводу дросселя, в то время как эмиттер соединен с землей. Когда включается питание, потенциал на выводе SW1 почти равен земле. Это действие заставляет напряжение на L1 стать равным  $V_{IN} - V_{CE(SAT)}$  и через L1 начинает течь ток. Ток достигает финального значения (игнорируем эффект переходного процесса):

$$I_{PEAK} \equiv \frac{V_{IN} - V_{CE(SAT)}}{L} \cdot 10\text{мкс}$$

где 10 мкс – время включения ADP1110.

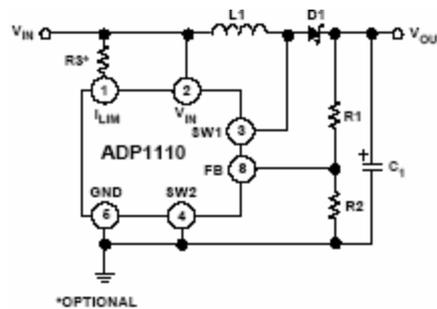


Рисунок 19. Повышающий режим

Когда питание отключается, то магнитное поле разряжается. Полярность дросселя меняет знак, ток начинает бежать через D1 на нагрузку и выходное напряжение стает выше чем входное.

Выходное напряжение имеет обратную связь с ADP1110 через резисторы R1 и R2. Когда напряжение на выводе FB упадет ниже 220 мВ, то SW1 снова “включится” и цикл повторится. Поэтому выходное напряжение устанавливается формулой:

$$V_{OUT} = 220\text{мВ} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

Схема на рисунке 19 показывает, что прямой ток от VIN до VOUT течет через дроссель и D1. Поэтому усиливающий преобразователь не защищен от короткого замыкания по выходу.

## СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ, Понижающий РЕЖИМ

Понижающий режим с использованием ADP1110 производит выходное напряжение ниже, чем входное. Для примера, выходное напряжение четырех NiCd аккумуляторов (+4,8 В) преобразуем в источник питания +3 В.

Типичное включение ADP1110 для понижающего режима показано на рисунке 20. В этом случае, коллектор внутреннего переключающего транзистора соединен с VIN и эмиттер управляет дросселем. Когда включается питание, SW2 включается к VIN. Это заставляет напряжение на L1 стать равным  $V_{IN} - V_{OUT}$  и заставляет течь ток в L1. Ток достигнет финального значения:

$$I_{PEAK} \equiv \frac{V_{IN} - V_{CE} - V_{OUT}}{L} \cdot 10\text{мкс}$$

где 10 мкс – время включения ADP1110.

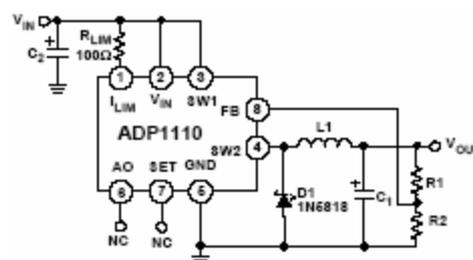


Рисунок 20. Повышающий режим

Когда питание выключится, магнитное поле разрядится. Полярность через дроссель изменится и рабочий вывод по потенциалу станет ниже земли. Откроется диод Шоттки D1 и ток потечет в нагрузку. Заметим что абсолютное максимально значение для вывода SW2 в ADP1110 – 0,5 В ниже земли. Для избежания превышения этого ограничения диод D1 должен быть диодом Шоттки. Использование кремниевого диода вызовет прямое падение напряжения больше 0,5 В, что в свою очередь вызовет потенциально вредное мощное рассеяние мощности на ADP1110.

Выходное напряжение в понижающем регуляторе имеет обратную связь с выводом FB в ADP1110 через резисторы R1 и R2. Когда напряжение на выводе FB упадет ниже 220 мВ, то снова включится внутренний переключатель питания и цикл повторится. Выходное напряжение устанавливается формулой:

$$V_{OUT} = 220\text{ мВ} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

Когда ADP1110 работает в понижающем режиме и питание выключено, то выходное напряжение проходит через переход база-эмитер внутреннего переключающего транзистора. Для защиты транзистора выходное напряжение должно быть ограничено значением 6,2 В или ниже. Более высокое выходное напряжение требует, чтобы диод Шоттки был последовательно установлен с выводом SW2, как показано на рисунке 21.

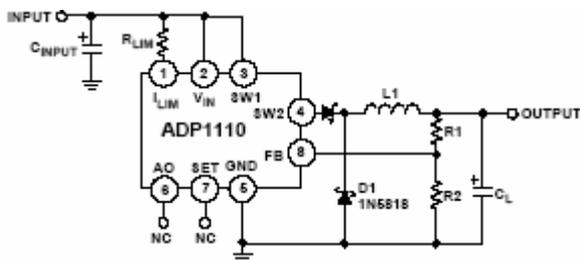


Рисунок 21. Понижающий режим,  $V_{OUT} > 6,2$  В

Если входное напряжение в ADP1110 имеет очень широкий диапазон, то необходимо подсоединить токоограничивающий резистор к PIN 1. Если в конкретной схеме требуется высокий ток через дроссель при минимальном входном напряжении питания, то максимальный ток может превысить максимальное рабочее значение и (или) значение насыщения дросселя, когда напряжение питания имеет максимальное значение. Смотрите в этом документе раздел “Ограничение рабочего тока” для лучшего уточнения.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДНОГО ТОКА В Понижающем РЕГУЛЯТОРЕ

В отличие от усиливающего режима, в понижающем внутренний переключающий транзистор ADP1110 не достигает насыщения. Обычное значение напряжения через транзистор в понижающем режиме 1,5 В. Это результат высокомощного рассеяния на ADP1110, когда требуется максимально высокий ток. При

добавлении внешнего переключающего PNP транзистора выходной ток можно увеличить (рисунок 22). В этой схеме ADP1110 обеспечивает управление базой Q1 через R3, в то время как R4 обеспечит быстрое выключение Q1. Потому, что в этой схеме в ADP1110 не функционирует внутреннее ограничение тока, R5 применяется для этой цели. С показанным значением R5 ограничивает ток до 2 А. В дополнение к уменьшению мощности рассеяния, схема также уменьшает и рабочее напряжение. Когда будет выбрано значение дросселя в схеме на рисунке 22, рабочее напряжение вычисляется по формуле:

$$V_{SW} = V_{R5} + V_{DQ1(SAT)} \cong 0,6 \text{ В} + 0,4 \text{ В} \cong 1 \text{ В}$$

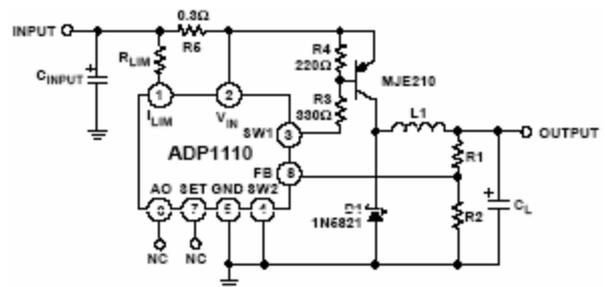


Рисунок 22. Высокий ток в понижающем режиме

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ПОЛЯРНОСТИ В ОТРИЦАТЕЛЬНУЮ

Как ADP1110 может преобразовать положительное входное напряжение в отрицательное выходное показано на рисунке 23. Эта схема по существу идентична схеме понижающего режим на рисунке 19, за исключением того, что “выходной” вывод дросселя соединен с землей. Когда внутренний переключающий транзистор в ADP1110 выключается, ток что течет в дросселе, заставляет выход ( $-V_{OUT}$ ) принять отрицательный потенциал. ADP1110 остается включенным пока напряжение на выводе FB не станет на 220 мВ выше чем на GND, так что выходное напряжение определяется за формулой:

$$V_{OUT} = 220\text{ мВ} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

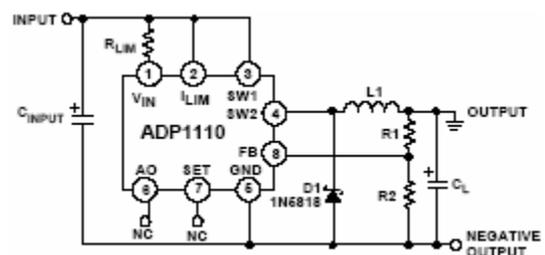


Рисунок 23. Преобразователь положительной полярности в отрицательную

Критерии разработки схемы понижения также применимы к конвертеру положительной полярности в отрицательную. Выходное напряжение должно быть ограничено  $|6,2 \text{ В}|$  (по модулю), если диод не включен последовательно с выводом SW2 (смотреть рисунок 21). Также D1 должен быть диодом Шоттки

# ADP1110

чтоб предохранить ADP1110 от чрезмерного рассеяния мощности.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ПОЛЯРНОСТИ В ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ

Схема на рисунке 24 преобразует отрицательное входное напряжение в положительное выходное. Действие этого схемного решения аналогично повышающему конвертору на рисунке 19, за исключением того, что ток через резистор обратной связи R1 смещен уровнем ниже уровня земли PNP транзистором. Напряжение через R1 равно  $V_{OUT} - V_{BEQ1}$ . Тем не менее, диод D2 смещает уровень на базе Q1 примерно на 0,6 В ниже уровня земли тем самым компенсируя  $V_{BE}$  в Q1. В дополнение D2 также снижает чувствительность выходного напряжения схемы к температуре, которая в противном случае делала вклад в -2 мВ к  $V_{BE}$  в Q1.

Выходное напряжение в этой схеме определяется по формуле:

$$V_{OUT} = 220mV \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$$

В отличие от положительного повышающего конвертера, выходное напряжение преобразователя отрицательной полярности в положительную может быть выше или ниже чем входное напряжение.

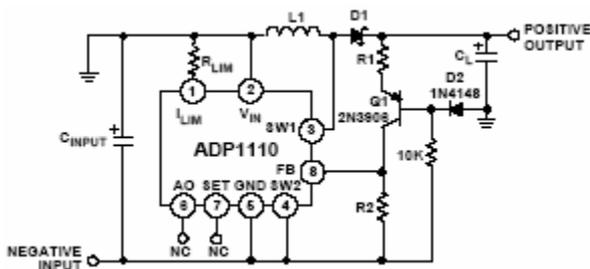


Рисунок 24. Преобразователь отрицательной полярности в положительную

## ОГРАНИЧЕНИЕ РАБОЧЕГО ТОКА

В ADP1110 вывод  $I_{LIM}$  позволяет ограничивать рабочий ток с помощью одного резистора. Ограничение тока происходит импульсно с помощью основных импульсов. Эта возможность разрешает входному напряжению изменяться в широком диапазоне без насыщения дросселя или превышения максимальных рабочих параметров. Для примера возьмем особую модель, что требует максимальный рабочий ток 800 мА при входном напряжении в 2 В. Тем не менее если  $V_{IN}$  вырастет до 4 В, рабочий ток может превысить 1,6 А. ADP1110 ограничит рабочий ток до 1,5 А, тем самым защитит устройство, но выходные пульсации увеличатся. Выбор соответствующего резистора ограничит рабочий ток до 800 мА, даже если  $V_{IN}$  увеличится. Зависимость между  $R_{LIM}$  и максимальным рабочим током показана на рисунке 6.

Возможность  $I_{LIM}$  также ценна при управлении током дросселя, когда ADP1110 долго находится в открытом

состоянии. Это происходит в повышающем режиме, когда соблюдается следующее условие:

$$\left(\frac{V_{OUT} + V_{DIODE}}{V_{IN} - V_{SW}}\right) < \frac{1}{1 - DC}$$

где DC – рабочий цикл ADP1110. Если это отношение соблюдается, то ток дросселя никогда не станет нулевым, когда преобразователь выключен. Когда преобразователь включится в следующем цикле, то ток дросселя начнет нарастать от текущего уровня. Так как время включения преобразователя неизменное, то ток дросселя вырастет до следующего уровня(см. рисунок 25). Это увеличит выходные пульсации и потребует применения дросселя и конденсатора больших значений. Контроль рабочего тока резистором через  $I_{LIM}$  поддержит выходные пульсации только в рассчитанных значения. Рисунок 26 показывает действие  $I_{LIM}$  на схему.

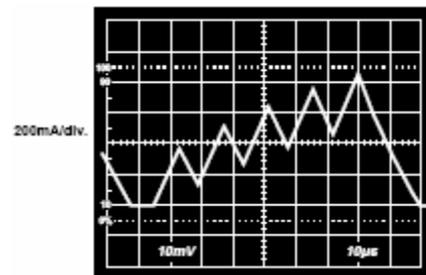


Рисунок 25. Действие  $I_{LIM}$  – Характеристика  $I_L$

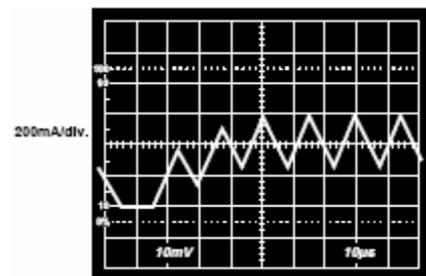


Рисунок 26. Действие  $I_{LIM}$  – Характеристика  $I_L$

Внутренняя структура схемы  $I_{LIM}$  показана на рисунке 27. Q1 – внутренний переключающий транзистор ADP1110, аналогично ему включен чувствительный транзистор Q2. Относительные размеры Q1 и Q2 полагают в том, что  $I_{Q1}$  больше  $I_{Q2}$  на 5%. Ток в Q2 течет через внутренний 80-омный резистор и  $R_{LIM}$  резистор. Эти два резистора включены параллельно переходу база-эмитер транзистора Q1, который выключает генератор. Когда напряжение через R1 и  $R_{LIM}$  превышает 0,6 В, то Q3 включается и прекращает подачу выходных импульсов. Если используется только внутренний 80-омный резистор(т.е. вывод  $I_{LIM}$  присоединен непосредственно к  $V_{IN}$ ), то максимальный рабочий ток будет 1,5 А. Рисунок 6 дает значение  $R_{LIM}$  для низких токоограничивающих значений.

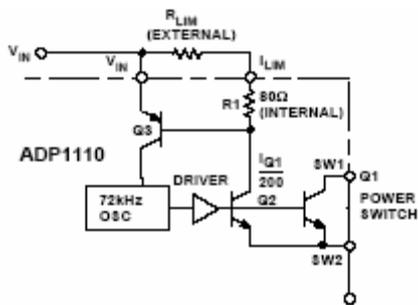


Рисунок 27. Ограничение тока ADP1110

Задержка через схему ограничения тока приблизительно 800 нс. Если время включения станет меньше 3 мкс, то точность срабатывания токового порога снизится. Если время включения станет равно 800 нс или ниже, то возможна случайная реакция во время включения, тем не менее ADP1110 все еще обеспечит регулирование выходного напряжения.

### НАСТРОЙКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Дополнительный усилитель в ADP1110 может быть использован как индикатор разряда батарей, усилитель “ошибки” и линейный регулятор. Дополнительный усилитель состоит из операционного усилителя с PNP транзисторами на входах и NPN транзистором на выходе с открытым коллектором. Инвертирующий вход подсоединен к внутреннему источнику опорного напряжения ADP1110 в 220 мВ, тогда как неинвертирующий вход являет собой вывод SET. Выходной NPN транзистор может потреблять до 300 мкА.

Рисунок 28 показывает, как дополнительный усилитель подключен для индикации разряда батарей. Резисторы R1 и R2 должны быть высокого значения для уменьшения “статистического тока”, но не слишком высокими чтобы входной ток смещения не вызывал на выходе SET больших ошибок. Значение в 33 кОм для R2 – хороший компромисс. Значение R1 вычисляется с помощью формулы:

$$R1 = \frac{V_{\text{LOWBATT}} - 220\text{мВ}}{\frac{220\text{мВ}}{R2}}$$

где  $V_{\text{LOWBATT}}$  требуемое пороговое значение разряда батарей. Поскольку выход дополнительного усилителя это NPN транзистор с открытым коллектором, то подтягивающий резистор должен быть включен к положительному полюсу источника питания.

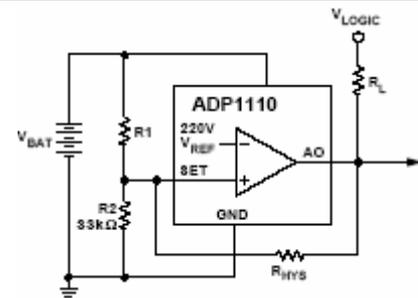


Рисунок 28. Установка порогового значения разряда батарей

Схема на рисунке 28 должна вырабатывать многочисленные импульсы, когда будет достигнут предполагаемый порог срабатывания, из-за чего возможный шум связан с входом SET. Для предотвращения многочисленных прерываний при использовании цифровой логики в схеме должен присутствовать гистерезис. Резистор  $R_{\text{HYS}}$  со значением от 1 до 10 Мом обеспечивает этот гистерезис. Добавление  $R_{\text{HYS}}$  немного изменит порог срабатывания, поэтому новое значение R1 будет:

$$R1 = \frac{V_{\text{LOWBATT}} - 220\text{мВ}}{\frac{220\text{мВ}}{R2} - \left( \frac{V_L - 220\text{мВ}}{R_L + R_{\text{HYS}}} \right)}$$

где  $V_L$  - напряжение источника питания,  $R_L$  - подтягивающий резистор и  $R_{\text{HYS}}$  обеспечивает гистерезис. Дополнительный усилитель также может использоваться как контролирующий элемент для снижения выходных пульсаций. Обычно рекомендуется применять ADP3000 для схем с низкими пульсациями, но тогда минимальное входное напряжение 2 В. Технологически дополнительный усилитель в ADP1110 полезен для повышающих конвертеров работающих вплоть до 1 В.

Повышающий преобразователь, использующий эту технологию, показан на рисунке 29. Такое включение использует дополнительный усилитель для слежения за выходным напряжением и контроля компаратора. Результат в том, что гистерезис компаратора снижается открытием дополнительного цикла усиления дополнительного усилителя. С помощью этой технологии выходные пульсации снижаются всего до нескольких милливольт, против 90 мВ в 5 В преобразователе с использованием только компаратора. Для лучших результатов большой выходной конденсатор (1000 мкФ и больше) должен быть качественным. Данная технология также подходит для использования в понижающих преобразователях и инверторах, но ADP3000 – более подходящий выбор. Смотрите техническую документацию на ADP3000 для дополнительных уточнений.

# ADP1110

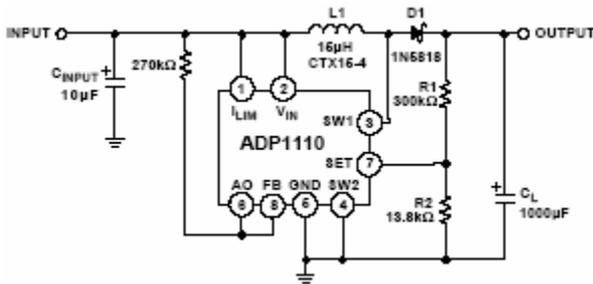


Рисунок 29. Использование дополнительного усилителя для снижения выходных пульсаций

## СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ

### Поверхностный монтаж, преобразователь в 5 В от одиночного гальванического элемента

Это очень простая, компактная, содержащая малое число компонентов схема, которая преобразует 1,5 В от одного щелочного элемента в выходные 5В. Выходной ток должен быть 10 мА или ниже для продолжительного срока службы батареи.

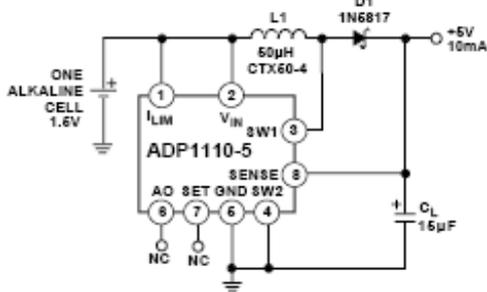


Рисунок 30. Преобразователь поверхностного монтажа от одного элемента питания в 5 В

### Поверхностный монтаж, повышающий преобразователь из 3 В в 5 В

Подобно предыдущей схеме, эта делает из входных 3 В выходные 5 В и 40 мА. Если элемент питания будет один, схема будет компактна и будет использовать только четыре внешних компонента.

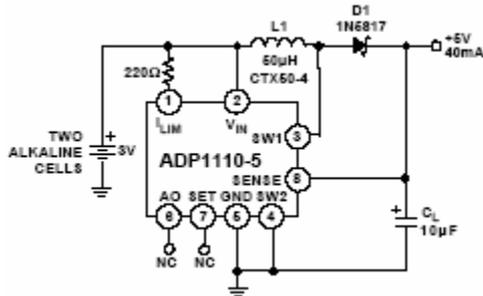


Рисунок 31. Поверхностный монтаж, повышающий преобразователь из 3 В в 5 В

### Поверхностный монтаж, понижающий преобразователь из 9 В в 5 В

По малому содержанию элементов для понижающего преобразователя эта схема подобна одной из предыдущих. Резистор 220 Ом задает ограничение тока около 600 мА.

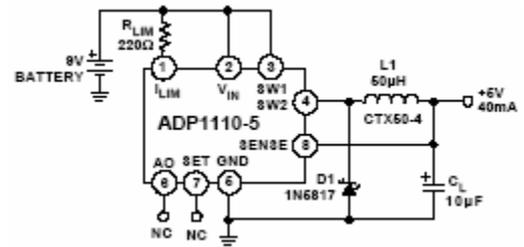


Рисунок 32. Поверхностный монтаж, понижающий преобразователь из 9 В в 5 В

### Повышающий преобразователь с двумя выходными напряжениями ± 5 В из 1,5 В

Эта схема работает от одного гальванического элемента и выдает на выходе одновременно +5 и -5 В. Точность значение отрицательного напряжения немного страдает потому, что есть дополнительное падение на диоде около 0,4 В.

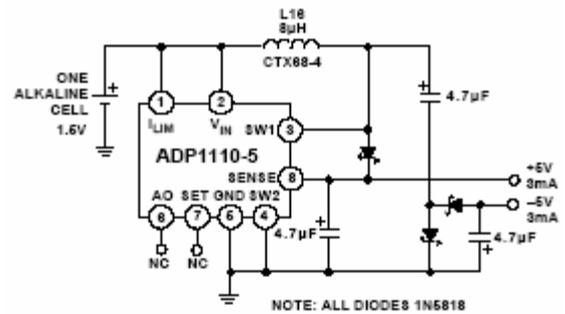


Рисунок 33. Повышающий преобразователь с двумя выходными напряжениями ± 5 В из 1,5 В

### Поверхностный монтаж, генератор VPP - напряжения для Flash - памяти

Рисунок 34 показывает схему, которая генерирует напряжение программирования VPP для программирования Flash – памяти. Ключевые компоненты – это MOSFET и биполярный транзистор. Эти два устройства задают форму работы, когда они включены, то включается ADP1110 и функционирует как повышающий преобразователь. На выходе 12 В и 120 мА. Когда MOSFET выключается, то напряжение на выходе схемы падает до +5 В, таким образом блокируя возможность программирования.

Следует обратить внимание, что в схеме не ограничен рабочий ток ни в одном из режимов работы.

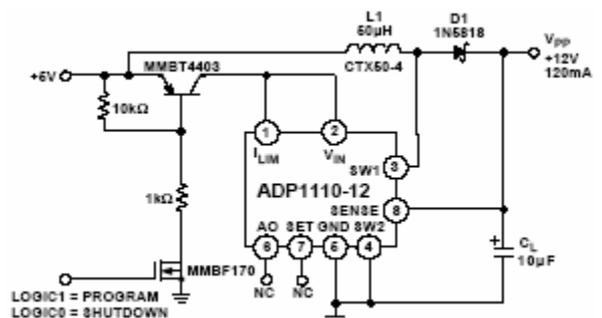


Рисунок 34. Поверхностный монтаж, генератор VPP - напряжения для Flash – памяти

### Повышающий преобразователь с двумя выходными напряжениями + 5 В и + 10 В из 1,5 В

Схема на рисунке 35 иллюстрирует каким способом можно получить на выходе + 10 В и +5 В от одного преобразователя. Основные 5 В на выходе получают за счет обратной связи с помощью резисторов 487 кОм и 11 кОм. Конденсатор С1 должен быть керамический, лучшего качества, но хороший танталовый конденсатор также даст хороший результат, но при меньшей цене.

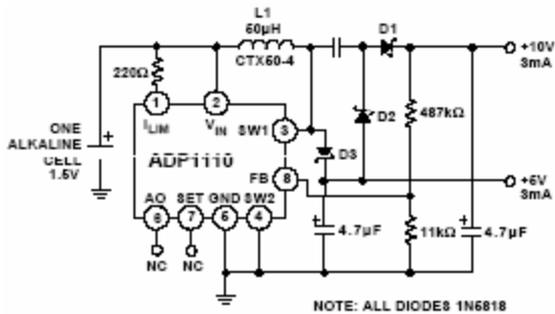


Рисунок 35. Повышающий преобразователь с двумя выходными напряжениями + 5 В и + 10 В из 1,5 В

### 1,5 В – ый мощный драйвер лазерных диодов

Рисунок 36 показывает схему пригодную для управления многими лазерными диодами, которые содержат фотодиоды для контроля тока лазерного диода, эта схема должна использовать дополнительный усилитель и функцию ограничения тока для обеспечения системной базовой обратной связи, которая поддерживает ток лазерного диода на среднем уровне. Этот ток должен контролироваться очень точно или в результате можем получить постоянную вред от лазерного диода.

Гарантией того, что лазер работает в соответствующем режиме питания, есть то, действительная что мощность оптической системы лазера контролируется откалиброванным фотодиодом или оптическим измерителем. Вдобавок, действительный ток диода также должен контролироваться и R1 должен быть скорректирован для правильного выходного питания.

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Все дроссели рекомендуются из Coiltronics CTX – серии, кроме тех, что указаны выше.
2. Если источник питания размещается далеко преобразователя, то вход преобразователя должен быть защищен конденсатором емкостью приблизительно 10 мкФ. Этот конденсатор должен быть хорошего качества танталом или алюминиевым электролитом.

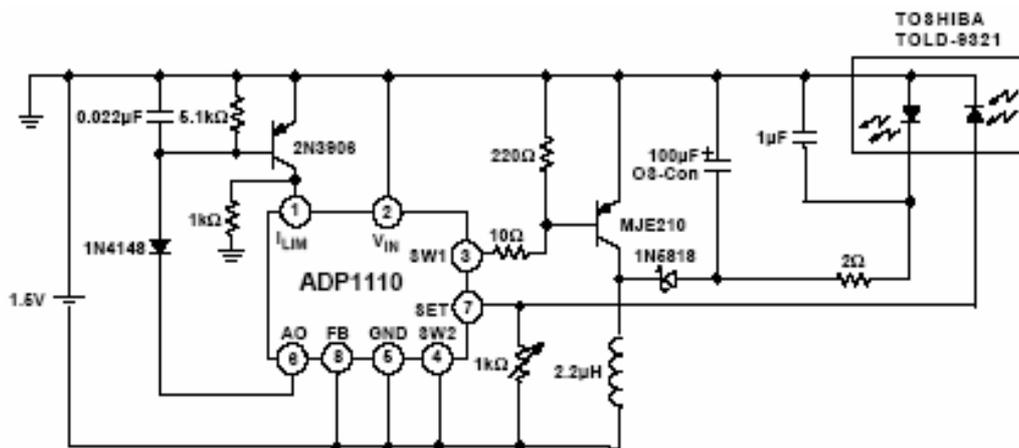
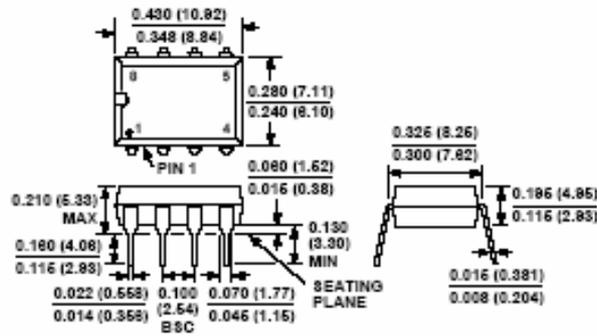


Рисунок 36. 1,5 В – ый мощный драйвер лазерных диодов

## РАЗМЕРЫ КОРПУСОВ

Размеры показаны в дюймах и (мм)

### 8-выводной пластиковый DIP (N-8)



### 8-выводной SOIC (SO-8)

