

## Принцип работы стабилизаторов NCP1117 и LM6206. Что такое LDO?

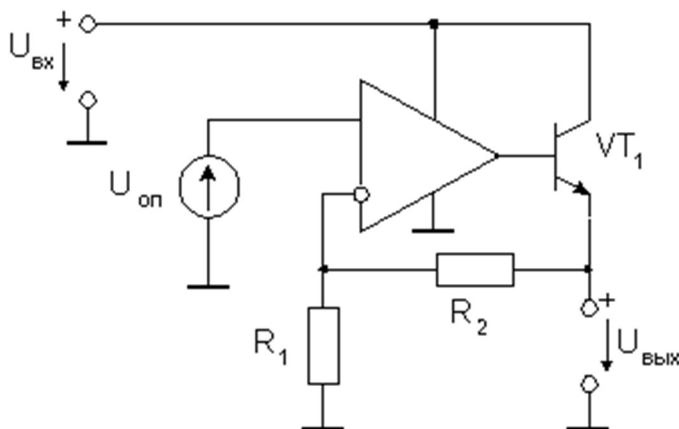
Васильев Максим Игоревич, 20.01.2023

Разберём данную тему более обобщённо. Как работают линейные стабилизаторы? Сейчас попробуем понять.

Микросхемы могут получать на входе напряжение питания, превышающее напряжение, которое требуется для схемы. В нашем случае те же 9 Вольт от внешнего источника, при этом Arduino столько не требуется. В таких случаях нам необходимо отрегулировать подаваемое питание, используя компонент, который принимает более высокое напряжение и выдает более низкое напряжение. Одним из наиболее распространенных способов достижения такого типа регулирования является использование линейного стабилизатора напряжения.

Линейные стабилизаторы напряжения, также называемые **LDO** (low-dropout linear regulator) или линейными стабилизаторами с малым падением напряжения, строятся на основе непрерывно работающих полевых или биполярных транзисторов. Кроме регулирующего транзистора, на кристалле микросхемы линейного стабилизатора установлена еще и схема управления им.

Взгляните на рисунок ниже. Здесь изображена упрощенная схема линейного стабилизатора напряжения. В данной схеме неинвертирующий<sup>1</sup> операционный усилитель с отрицательной обратной связью (про обратную связь поговорим ниже), с помощью своего выходного тока управляет степенью отпирания регулирующего транзистора VT<sub>1</sub>, включенного по схеме с общим коллектором — эмиттерный повторитель (об этом тоже позже).

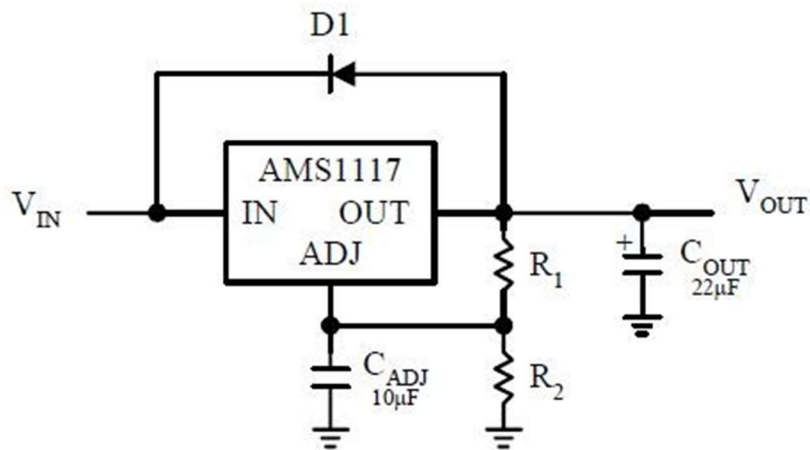


Сам операционный усилитель получает питание от входного источника в форме однополярного положительного напряжения.

Суть в том, что глубокая отрицательная обратная связь нивелирует (сглаживает, убирает) нестабильность входного напряжения (поэтому эта маленькая система и называется стабилизатор)

---

<sup>1</sup> «Неинвертирующий» означает, что фаза (полярность) выходного сигнала совпадает со входным.



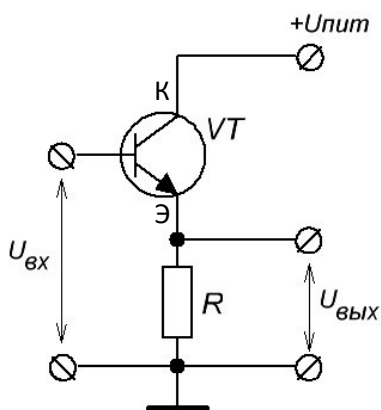
Если рассматривать не так досконально, то базовый линейный стабилизатор с нефиксированным выходным напряжением представляет собой трехвыводное (IN, OUT, ADJ) устройство, как показано на схеме выше. Если линейный стабилизатор с фиксированным выходным напряжением, то вместо ADJ на них пишут GND.

**Недостатком** является мощность, рассеиваемая микросхемой стабилизатора, которая приводит к повышению температуры компонентов, и без соответствующих путей, позволяющих отводить тепло от стабилизатора, температура в конечном итоге может стать достаточно высокой, чтобы серьезно ухудшить его рабочие характеристики или вызвать отключение при перегреве.

**Теперь обещанные объяснения:**

эмиттерный повторитель

Упрощенная схема эмиттерного повторителя выглядит вот так:



Вывод со среднего полупроводникового материала называется **базой**, а по краям **эмиттер** и **коллектор**. Откуда такие названия? Так как транзистор придумали американцы, то и названия они дали соответствующие:

**Эмиттер** (Emitter) — источник, излучатель, генератор. То есть вывод, на который что-то подается. В данном случае электрический ток.

**База** (Base) — основа. Самый главный вывод.

**Коллектор** (Collector) — сборщик, собиратель, токоприемник. Он, как бы, «собирает» электрический ток.

На первый взгляд вроде бы непримечательная схема, но она обладает 4 важными свойствами:

- 1) Напряжение  $U_{вых}$  меньше  $U_{вх}$  (падение напряжения на базе-эмиттере)
- 2)  $U_{вых}$  в точности повторяет по форме и фазе  $U_{вх}$
- 3) Сопротивление со стороны входа (входное сопротивление) большое
- 4) Сопротивление со стороны выхода (выходное сопротивление) маленькое

Сопротивление со стороны входа (входное сопротивление) рассчитывается очень просто:

$$R_{вх} = R_э * \beta,$$

где  $R_э$  — это сопротивление резистора в цепи эмиттера

$\beta$  — коэффициент усиления по току (Этот коэффициент показывает во сколько раз коллекторный ток превышает базовый в активном режиме работы транзистора)

$$\beta = \frac{I_{\text{коллектора}}}{I_{\text{базы}}}$$

Эмиттерный повторитель уменьшает выходное сопротивление источника сигнала в  $\beta$  раз. Допустим, если у нас выходное сопротивление источника сигнала равняется 500 Ом, а  $\beta$  в схеме эмиттерного повторителя равняется 100, то на выходе эмиттерного повторителя мы уже получим источник сигнала с выходным сопротивлением в 5 Ом.

Но опять же, первое свойство этой схемы - Напряжение  $U_{\text{вых}}$  меньше  $U_{\text{вх}}$  (падение напряжения на базе-эмиттере). Поэтому можно сделать вывод, что эмиттерный повторитель дает усиление по току, но не по напряжению.

Если с работой ещё хоть что-то понятно, то остаётся загадкой для чего он нужен. Как оказалось, эмиттерный повторитель понижает выходное сопротивление источника сигнала (Например, для АКБ выходным сопротивлением является его внутреннее сопротивление).

Я ОЧЕНЬ надеюсь, что у меня получилось это адекватно объяснить, так как простых объяснений я не видел, а упрощая текст могу его ещё сильнее усложнить

### Отрицательная обратная связь

*Обратная связь* используется для сравнения *выходного* сигнала с заданным значением и выполнения соответствующей *коррекции*. Это как водитель автомобиля вращает руль, переключает передачи, чтобы внести *корректировки* под данную ситуацию. То есть *выходные* данные здесь – это скорость и положение на дороге, а водитель их изменяет, если они не подходят под те, которые ожидаются.

*Отрицательная обратная связь* – это процесс передачи выходного сигнала обратно на вход, при котором погашается часть входного сигнала. При наличии отрицательной обратной связи выходной сигнал таким образом влияет на входной так, что входной сигнал уменьшается и, соответственно, уменьшается выходной сигнал. И тут возникает вопрос - а зачем нужна такая обратная связь? На первый взгляд отрицательная обратная связь только уменьшает коэффициент усиления усилителя. Это так, но она исключительно благотворно влияет на характеристики усилителя. В частности, уменьшаются искажения сигнала (отрицательная обратная связь стабилизирует усиление усилителя, или можно сказать, что она снижает его нестабильность).