



[Перейти к оглавлению сайта](#)

[Радиоэлементы и радиосхемы, принципы работы](#)

[Графич. обозначение радиоэлементов](#)

[Буквенное обозначение элементов](#)

[Резистор \(сопротивление\)](#)

[Конденсатор \(ёмкость\)](#)

[Дроссель. Катушка индуктивности](#)

[Биполярный транзистор, расчёт каскада](#)

[Силовой трансформатор, расчёт трансформатора](#)

[Логические элементы](#)

[Операционный усилитель](#)

[Генератор на логике НЕ.](#)

[Симметричный мультивибратор. Расчёт](#)

[Ждущий мультивибратор. Расчёт](#)

[Колесательный контур. Резонанс](#)

[Бестрансформаторное электропитание](#)

[Делитель напряжения](#)

[Делитель тока](#)

[Фильтры высоких и низких частот](#)

[Выпрямители. Схемы выпрямления тока](#)

[Сглаживающие фильтры питания](#)

[Простые стабилизаторы напряжения, их расчёт](#)

[Компенсационный стабилизатор напряжения, его расчёт](#)

Компенсационный стабилизатор напряжения. Расчёт стабилизатора напряжения.

При проектировании источников питания электронной аппаратуры предъявляются высокие требования к стабильности питающего напряжения. Как медленные, так и быстрые колебания (нестабильности и пульсации) напряжения питания существенно изменяют режимы и параметры работы радиоэлектронных схем. Причинами нестабильности могут быть колебания напряжения и частоты питающей сети, изменения нагрузки, пульсации выпрямленного напряжения, колебания влажности окружающей среды. Например, для питания измерительных устройств, работающих с точностью 0,1%, требуется стабильность напряжения питания не хуже 0,01%.

Компенсационный стабилизатор

Различают компенсационные стабилизаторы напряжения непрерывного и импульсного действия. Стабилизаторы напряжения непрерывного действия представляют собой систему автоматического регулирования, в которой фактическое значение выходного напряжения сравнивается с заданным значением эталонного (опорного) напряжения. Возникающий при этом сигнал рассогласования усиливается и должен воздействовать на регулирующий элемент стабилизатора таким образом, чтобы выходное напряжение стремилось вернуться к заданному уровню. В качестве источника опорного напряжения обычно используют параметрический стабилизатор, работающий с малыми токами нагрузки, представляющий собой цепочку, состоящую из резистора и стабилитрона. Это было рассмотрено в предыдущей статье [Стабилизаторы напряжения, их расчёт](#).

В зависимости от способа включения регулирующего элемента различают компенсационные стабилизаторы последовательного и параллельного типов.

Структурная схема компенсационного стабилизатора последовательного типа представлена на рис. В этой схеме регулирующий элемент РЭ включен последовательно с нагрузкой и играет роль управляемого балластного сопротивления. Схему, состоящую из регулирующего элемента и сопротивления нагрузки можно представить как делитель напряжения, в котором определённая часть входного напряжения "падает" на сопротивлении нагрузки, а всё остальное напряжение – на регулирующем элементе. При этом, и все изменения входного напряжения отражаются не на нагрузке, а на регулирующем элементе.

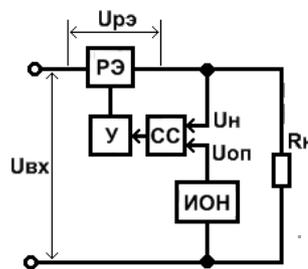
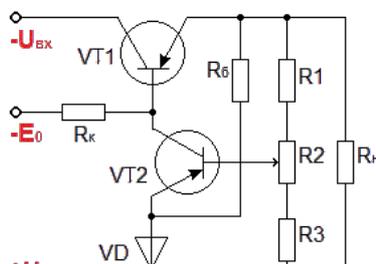
Опорное стабилизированное напряжение формируется источником опорного напряжения ИОН. Схема сравнения СС сравнивает выходное напряжение U_n с опорным напряжением $U_{оп}$. Разностный сигнал рассогласования $U_n - U_{оп}$, формируемый схемой сравнения СС, поступает на вход усилителя постоянного тока У, усиливается и воздействует на регулирующий элемент РЭ.

Если в нагрузке оказывается напряжение U_n большее, чем опорное $U_{оп}$ – имеет место положительный сигнал рассогласования $(U_n - U_{оп}) > 0$, тогда внутреннее сопротивление РЭ возрастает и падение напряжения $U_{рз}$ на нем увеличивается. Так как регулирующий элемент и нагрузка включены последовательно, то при увеличении $U_{рз}$ выходное напряжение уменьшается.

При уменьшении выходного напряжения U_n , отрицательном сигнале рассогласования $(U_n - U_{оп}) < 0$, наоборот, внутреннее сопротивление РЭ и падение напряжения на нем уменьшаются, что приводит к возрастанию выходного напряжения U_n .

Принципиальная схема компенсационного стабилизатора напряжения последовательного типа на транзисторах приведена на следующем рисунке. Для более простого понимания того, как работает схема, мы рассмотрим её работу поэлементно.

Источник опорного напряжения выполнен на резисторе R_6 и стабилитроне VD. Как он работает и как рассчитывать элементы этой цепи, описывалось ранее в статье [Стабилизаторы напряжения, их расчёт](#)



Самое популярное на сайте за октябрь

[Что такое электрический ток?](#)

[Графическое обозначение радиоэлементов на схеме. Основные элементы](#)

[Выбор сечения кабеля проводки электрической сети](#)

[Биполярный транзистор, расчёт транзисторного каскада](#)

[Простые стабилизаторы напряжения и их расчёт](#)

Самое новое на сайте

[Технический шпионаж](#)

[Генератор на логике НЕ](#)

[Зуммер](#)

Яндекс Директ



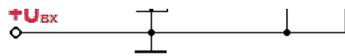
[Обучение ремонту блоков питания!](#)

Научитесь легко диагностировать и производить ремонт блоков питания!
[a-golubev.ru](#)

[РА Принципиальные схемы, бесплатно](#)

Подробнее в каталоге электрических схем и статей. Помощь на форуме.

[Аудио Применение микроконтроллеров Питание Силовая электроника rlocman.ru](#)

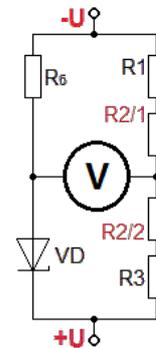


рассе в статье [Стабилизаторы напряжения, на рис 101.](#)

Схема сравнения выполнена по принципу измерительного моста. Это – типовая измерительная схема сравнения, которая довольно часто применяется в различных схемах, поэтому актуальна не только в стабилизаторах напряжения.

Рассмотрим измерительный мост более подробно. Для этого мы изобразим его отдельно от остальных элементов стабилизатора.

Источник опорного напряжения **R6-VD** и делитель напряжения **R1-R2-R3** подключены к выходу стабилизатора параллельно. Переменный резистор **R2** для наглядности поделен на схеме на две половины – два постоянных резистора **R2/1** и **R2/2**. Если к средним точкам этих цепочек подключить вольтметр, то он будет реагировать на разность напряжений, между этими точками. А если использовать вольтметр со шкалой, у которой ноль находится посередине, тогда наглядно будет видно в какой средней точке напряжение выше, а в какой ниже. Основное состояние измерительного моста, которое используется в стабилизаторе напряжения, это - явление баланса моста, состояние, при котором значение напряжения в средних точках равно.



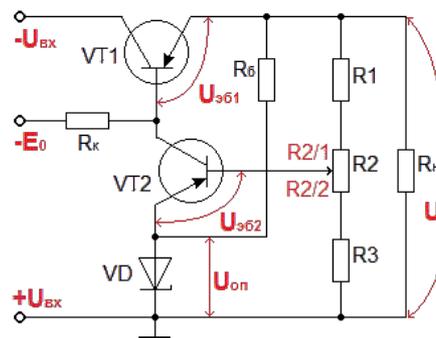
Предположим, что сопротивление резисторов **R1** и **R3** равны, а "ползунок" резистора **R2** находится в среднем положении. Тогда сопротивления плеч **R1+R2/1** и **R2/2+R3** равны. Это означает, что на выводе "ползунка" резистора **R2** будет ровно половина находящегося на клеммах напряжения. Предположим, что мы подали на клеммы ровно 9 вольт, тогда в средней точке резисторов будет 4,5 вольта (ровно половина). Источник опорного напряжения мы поставим на напряжение стабилизации 4,5 вольта – равное значению средней точки делителя на резисторах **R1, R2, R3**. Поэтому, по причине отсутствия разности потенциалов в средних точках стрелка вольтметра будет стоять на нуле.

Если мы увеличим напряжение до 10 вольт, то в средней точке делителя **R1+R2/1** и **R2/2+R3** напряжение поднимется до 5 вольт, а на источнике опорного напряжения оно так и останется 4,5 вольта (стабилитрон не позволит увеличиться напряжению на своём кристалле) и стрелка вольтметра отклонится влево на 0,5 вольта.

Если наоборот, мы уменьшим напряжение до 8 вольт, то в средней точке делителя **R1+R2/1** и **R2/2+R3** напряжение уменьшится до 4 вольта, а на источнике опорного напряжения оно по-прежнему останется 4,5 вольта и теперь, стрелка вольтметра отклонится вправо на 0,5 вольта.

А теперь вернёмся к схеме стабилизатора напряжения. В ней функцию вольтметра выполняет транзистор **VT2**, который в процессе работы схемы стабилизации используется в "рабочем" усилительном режиме (полуоткрытом состоянии). Роль регулирующего элемента в этой схеме стабилизатора играет транзистор **VT1**. Его задача – в случае нарушения баланса измерительного моста, определяемого базо-эмиттерным переходом, восстановить этот баланс путём изменения сопротивления перехода эмиттер-коллектор управляющего элемента, и как следствие - уменьшение, или увеличение выходного напряжения.

При увеличении **U_{вх}**, выходное напряжение возрастает по абсолютному значению, создавая отрицательный сигнал рассогласования напряжения **U_{э62}** на входе усилителя постоянного тока, выполненного на транзисторе **VT2**. Транзистор, подключенный к средним точкам измерительного моста "приоткрывается". Ток коллектора транзистора **VT2** возрастает, а потенциал коллектора **VT2** становится более положительным относительно потенциала земли. Напряжение эмиттер-база транзистора **VT1** уменьшается, что приводит к возрастанию внутреннего сопротивления транзистора **VT1** и падению напряжения на нем. Выходное напряжение при этом уменьшается, стремясь к прежнему значению.



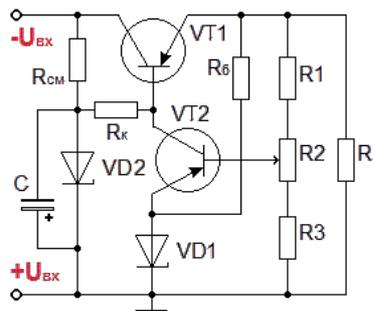
При уменьшении входного напряжения **U_{вх}** наоборот, транзистор **VT2** "призакрывается", что приводит к увеличению напряжения база-эмиттер транзистора **VT1**, в результате чего сопротивление транзистора уменьшается и выходное напряжение повышается, стремясь к номинальному напряжению стабилизации.

Обратите внимание, что на схемах изображалась "точка" подключения к какому то источнику напряжения **E0**. Для повышения коэффициента стабилизации схемы резистор **Rк**, определяющий базовый ток регулирующего транзистора **VT1**, подключается к стабильному источнику напряжения – **E0**. Если **E0** не стабилен, то его колебания передаются через резистор **Rк** на базу регулирующего транзистора **VT1** и ухудшают коэффициент стабилизации схемы. Довольно часто встречаются радиолубительские схемы

стабилизаторов, в которых резистор R_k подключен напрямую ко входному контакту $-U_{вх}$. В результате этого, стабилизатор работает в качестве автоматического регулятора "среднего" выходного напряжения, и абсолютно не подавляет никакие пульсации сетевого напряжения.

Лучшим источником стабильного напряжения является гальванический элемент, но его использование в большинстве случаев – не оправдывает себя. В сложных устройствах с несколькими источниками стабилизированного питания часто для целей стабилизированного смещения одного более мощного стабилизатора используют выходное напряжение другого стабилизатора, но с меньшей нагрузкой.

Наиболее простой способ – использовать дополнительный источник стабильного опорного напряжения, как показано на рисунке. Для исключения кратковременных скачков напряжения стабилизации, которые могут быть вызваны бросками входного напряжения, или сопротивления нагрузки, параллельно стабилитрону добавлен конденсатор C . Практически постоянно в радиолюбительской практике упускается важность этого источника опорного напряжения. В простейшем случае, как я писал, резистор R_k подключается напрямую к $-U_{вх}$, без всяких стабилитронов. Выбирать Вам – допускать пульсацию, или нет. Я думаю три дополнительных радиоэлемента – резистор, стабилитрон и конденсатор в этой схеме стабилизатора не мешают.



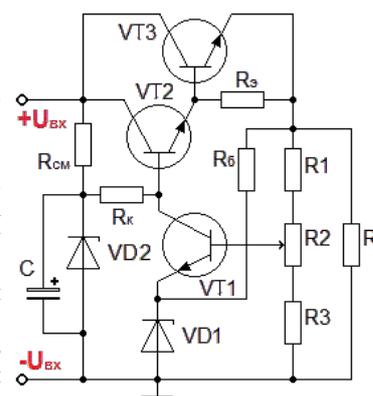
Расчёт стабилизатора постоянного напряжения компенсационного типа и практические советы конструкторам

Как и ранее, я не пишу сложные формулы радиолюбительских расчётов, которые отбивают желание вообще становиться радиолюбителями. Они мной применяются только тогда, когда их использование действительно необходимо. Кроме того, если Вы научитесь понимать их физический смысл, то Вы самостоятельно сможете применять их на практике для расчётов цепей.

Расчёт стабилизированного блока питания мы будем проводить с использованием конкретной схемы, которую мы сначала изобразим, соблюдая правила построения схем, а потом рассчитаем на основе предъявляемых к ней требований.

1. Прежде всего, обратите внимание, на то, что большинство блоков питания имеет минус на массе, поэтому мы так же выполняем условие – "минус на массе" изменим полярности диодов и конденсаторов, а кроме того - тип проводимости транзисторов с **p-n-p** на **n-p-n**.

2. Для повышения коэффициента стабилизации компенсационного стабилизатора в качестве регулирующего элемента мы будем использовать составной транзистор. Использование составного транзистора увеличивает коэффициент стабилизации на величину коэффициента усиления по току дополнительного транзистора, и на порядок увеличивает нагрузочную способность стабилизатора напряжения. Поэтому (см. схему) к ранее изученному стабилизатору, мы добавим этот транзистор $VT3$. Считаем, что каждый добавленный таким образом транзистор увеличивает нагрузочную способность в 10...20 раз, но не забываем, что основная часть мощности на него и "приложится". Поэтому чем мощнее транзистор, тем лучше.



3. Ток через делитель $I_{дел}$ состоящий из $R1, R2, R3$ выбирают обычно на порядок меньше (в 10 раз), чем ток, протекающий по цепи $R6, VD1$. Увеличение или уменьшение тока делителя за счет снижения, или повышения сопротивлений $R1, R2, R3$ нецелесообразно, так как приводит к существенному уменьшению КПД, или чувствительности схемы к изменению выходного напряжения и его пульсациям.

4. Резистор $R2$ предназначен для регулировки стабилизированного напряжения в небольших пределах. Пределы регулировок выходного напряжения такого стабилизатора ограничены параметрами стабилитрона – минимальным и максимальным током стабилизации. Как это выглядит практически, я затрону в процессе расчётов.

5. Напряжение стабилизации дополнительного источника опорного напряжения, используемого для смещения транзистора регулирующего элемента должно не менее, чем в 1,5 раза превышать значение выходного напряжения стабилизатора. Иначе силовыми транзисторами $VT2$ и $VT3$ "нечем будет управлять" - напряжение на эмиттерах будет превышать базовое, и ни о какой стабилизации речи не будет.

превышать заданное, и ни в каком стабильном режиме не будет.

6. Предыдущее условие накладывает ограничения на нагрузочные способности стабилизатора потому, что разница входного и выходного напряжения стабилизатора помноженная на выходной ток, будет "падать" в виде рассеиваемой мощности на силовых транзисторах. Поэтому необходимо выбирать транзисторы способные выдерживать такую мощность – повторяется правило - чем мощнее транзистор, тем лучше. Но чем мощнее транзистор, тем меньше у него коэффициент передачи.

Расчёт

Исходные данные (допустим, к разрабатываемому ИП предъявлены такие требования):

- среднее выходное напряжение стабилизатора – 12 вольт;
- максимальный ток нагрузки стабилизатора – 2 ампера;
- используется трансформатор достаточной мощности, с выходным напряжением 25 вольт.

При расчётах сложных схем, обычно идут «с конца к началу», поэтому, предлагаю начать с расчёта схем опорного напряжения и сравнения.

1. Выберем стабилитрон измерительного моста. Стабилитрон VD1 выбирается со значением напряжения стабилизации, равном половине выходного напряжения стабилизатора:

$$12\text{в} / 2 = 6 \text{ вольт}$$

При этом условии обеспечивается наилучшая стабилизация. Но стабилитрон на такое напряжение в рознице отсутствует, поэтому выбираем стабилитрон, максимально близкий по напряжению стабилизации – КС156А, у которого $U_{ст} = 5,6$ вольт, $I_{ст} = 10$ мА.

2. Найдём резистор R_6 :

На резисторе падает напряжение:

$$U_{R6} = U_{вых} - U_{ст} = 12\text{в} - 5,6\text{в} = 6,4\text{в}$$

Зная падение напряжения и ток стабилизации, по закону Ома определяем сопротивление резистора:

$$R_6 = U_{R6} / I_{ст} = 6,4\text{в} / 0,01\text{А} = 640 \text{ Ом}$$

Ближайшее значение сопротивления резистора по номинальному ряду - 620 Ом.

Мощность резистора находим из условия $P_{R6} = U_{R6} * I_{ст} * 2 = 6,4\text{в} * 0,01\text{А} * 2 = 0,128$ Вт

Если кто не знает, что в формуле обозначает цифра **2**, поясню, это коэффициент запаса по мощности (чтобы резистор не грелся). Более подробно написано в статье [Резистор](#). Ближайшее наибольшее значение мощности резистора по номинальному ряду – 0,125 Вт.

Таким образом, параметры R_6 – **620 Ом на 0,125 Вт**.

3. Определим возможные значения выходного напряжения стабилизатора, при которых стабилизация происходит.

Они ограничены предельными токами стабилитрона, стоящего в мостовой измерительной цепи.

а) Определим минимальное (регулируемое) напряжение стабилизации: По справочнику минимальный ток стабилизации КС156А = 3 мА, при этом токе значение выходного напряжения стабилизатора составит:

$$U_{вых.min} = U_{ст} + (I_{ст.min} * R_6) = 5,6 \text{ в} + (0,003 * 620) = 7,46 \text{ вольт}$$

б) Определим максимальное (регулируемое) напряжение стабилизации:

По справочнику максимальный предельный ток стабилизации КС156А = 55 мА. Это большой ток, при котором стабилитрон будет греться и нужны дополнительные меры защиты, поэтому ограничимся значением, в 2 раза превышающем номинальное - 20 мА. При этом токе значение выходного напряжения стабилизатора составит:

$$U_{вых.max} = U_{ст} + (I_{ст.max} * R_6) = 5,6 \text{ в} + (0,02 * 620) = 18 \text{ вольт}$$

Поскольку мощность прикладываемая к резистору возросла, для того, чтобы резистор R_6 не сгорел от большой прикладываемой мощности, его мощность следует увеличить до

значения:

$$PR_6 = UR_6 * I_{ст} * 2 = 12,4 \text{ в} * 0,02 \text{ А} * 2 = 0,5 \text{ Вт}$$

Если Вы хотите, чтобы Ваш стабилизатор выдавал 18 вольт, то мощность резистора необходимо увеличить, но если Вы делаете стабилизатор на фиксированное напряжение (в данном случае 12 вольт), то этого можно не делать, удовлетворившись расчётом, приведённым в пункте 2.

4. Рассчитаем делитель R1,R2,R3:

Нам известно, что на стабилитроне КС156А падает – 5,6 вольта. А ещё мы знаем (см. статью [Биполярный транзистор](#)), что в режиме стабилизации, транзистор VT1 находится в "рабочей точке", это означает, что на его переходе база-эмиттер "падает" напряжение 0,65 вольта. А это в свою очередь означает, что на базе должно быть всегда $5,6 + 0,65 = 6,25$ вольта относительно корпуса стабилизатора. База соединена с "ползунком" среднего регулировочного резистора, значит, это напряжение 6,25 вольта всегда присутствует на его "ползунке".

Исходя из этого, можно составить, систему уравнений с тремя неизвестными, но это Вас только запутает, поэтому мы пойдём по более простому, но практичному пути.

При максимальном напряжении стабилизации $U_{вых.маx} = 18$ вольт, ползунок находится в нижнем по схеме положении, ток стабилизации $I_{ст.маx} = 0,02$ А, а ток делителя R1,R2,R3 в 10 раз меньше: $I_{цепи} = 0,002$ А, следовательно:

$$R_3 = 6,25 / I_{цепи} = 6,25 / 0,002 = 3,125 \text{ кОм};$$
$$R_1 + R_2 = (U_{вых.маx} - UR_3) / I_{цепи} = 11,75 / 0,002 = 5,875 \text{ кОм}.$$

$$\text{Суммарное сопротивление } R_1 + R_2 + R_3 = 5,875 + 3,125 = 9 \text{ кОм}$$

При минимальном напряжении стабилизации $U_{вых.мин} = 7,46$ вольта, ток делителя будет:

$$I_{цепи} = U_{вых.мин} / (R_1 + R_2 + R_3) = 7,46 / 9000 = 0,00083 \text{ А}$$

$$\text{найдем значение } R_1 = (U_{вых.мин} - 6,25) / I_{цепи} = (7,46 - 6,25) / 0,00083 = 1,46 \text{ кОм},$$

$$\text{отсюда значение } R_2 = 5,88 - 1,46 = 4,42 \text{ Ом},$$

округлим значения резисторов до значений номинального ряда: $R_1 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_2 = 4,3 \text{ кОм}$ (переменный), $R_3 = 3 \text{ кОм}$

5. Рассчитаем второй источник опорного напряжения и смещения VT2.

В качестве стабилитрона выбираем Д816А, у которого $U_{ст} = 22$ вольта, $I_{ст} = 10$ мА.

Найдём $R_{см}$.

Выходное напряжение трансформатора после выпрямления и сглаживания фильтром = 25 вольт, тогда $R_{см} = (U_{тр.} - U_{ст}) / I_{ст} = 25 - 22 / 0,01 \text{ А} = 300 \text{ Ом}$.

Мощность резистора $PR_{см} = UR_{см} / I_{ст} = 3 * 0,01 = 0,03 \text{ Вт}$, ближайшая из номинального ряда - $0,125 \text{ Вт}$

Для стабильной работы цепи опорного напряжения $R_{см}$ VD2, необходимо, чтобы $R_{к}$ не оказывал на эту цепь шунтирующего действия. Поэтому ток $R_{к}$ должен быть не менее, чем в 2 раза меньше тока стабилитрона. Кроме того, на нём падает разность между входным и выходным напряжением: $UR_{к} = U_{тр.} - U_{вых.} = 25 - 12 = 13 \text{ вольт}$,

$$\text{отсюда: } R_{к} = UR_{к} / (I_{ст}/2) = 13 / 0,005 = 2,7 \text{ кОм}.$$

$$\text{Мощность } PR_{к} = UR_{к} * I_{ст} / 2 = 13 * 0,005 = 0,0325 \text{ Вт}, \text{ ближайший } 0,125 \text{ Вт}.$$

6. Наконец дело дошло до транзисторов.

В качестве VT1 подойдёт транзистор КТ315Г. Он удовлетворяет требованиям:

- достаточно высокий коэффициент усиления (передачи) $h_{21Э} = 50...350$;

- допустимое напряжение коллектор-эмиттер – 35 вольт.

В качестве VT2 подойдёт транзистор КТ815 с любым буквенным индексом. Коэффициент передачи $h_{21Э} = 40 - 70$, обеспечивает усиление тока резистора $R_{к}$ с 5 мА до 250 мА;

В качестве VT3 попробуем взять не то, что надо искать, а то, что есть - например КТ809А. Коэффициент передачи $h_{21Э} = 15...100$, что обеспечивает усиление тока с 250 мА до 3,7 А, но максимальный ток коллектора – 3 А это по справочнику – предел, нет "запаса прочности", поэтому ставим два транзистора в параллель. При выходном напряжении = 12

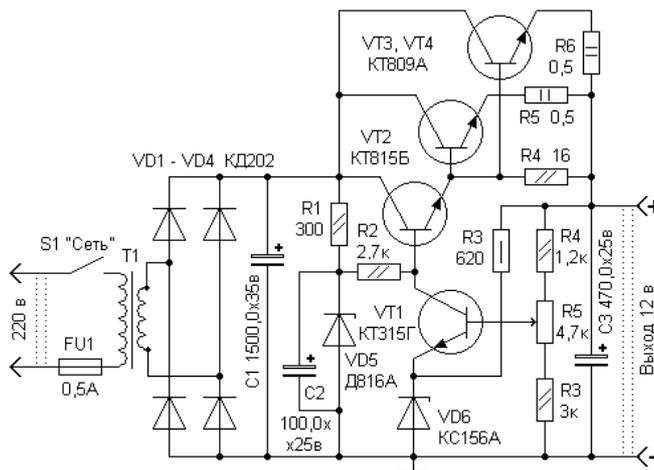
вольт и ток I ампера, на них должно падать 15 вольт, таким образом, общая мощность рассеивания транзисторов: $P_{VT3} = U_{VT3} * I_{VT3} = 2 * 13 = 26 \text{ Вт}$.

Это вполне приемлемое значение. Для выравнивания мощностей на транзисторах придётся использовать два резистора в эмиттерных цепях выходных транзисторов. 0,05...1 Ом с мощностью по 2 Вт.

7. Остался один резистор R_5 . Его расчет приведён в предыдущей статье [Простейшие стабилизаторы напряжения](#). $R_5 = 0,65 / 2 * 50 = 16 \text{ Ом}$,

где 0,65 – падение на переходе база-эмиттер, 2 – номинальный ток нагрузки = 2 ампер), 50 - усреднённое значение коэффициента передачи транзистора.

Рисуем схему нашего стабилизатора



Дополнения к статье

1. При выборе стабилитронов возможно последовательное их соединение, например два КС156А (по 5,6 вольта) можно соединить последовательно для получения стабилитрона на напряжение стабилизации 11,2 вольта;

2. Для возможности регулировки выходного напряжения в более широких пределах цепочку источника опорного напряжения R_3 , VD_6 (см. схему) подключают не к выходу, а на вход стабилизатора с применением цепей сглаживания (по аналогии с R_1 , VD_5 и C_2). Естественно, необходимо пересчитать резистор R_3 . Как это делается описано в этой статье и предыдущей статье [Простейшие стабилизаторы напряжения](#). В результате этого, входное напряжение ИОН не зависит от выходного напряжения, поэтому ток стабилизации номинальный и постоянен. Другой вариант расширения диапазона стабилизируемых напряжений - использование в качестве одного резистора R_6 – галентного переключателя с несколькими резисторами;

3. Для повышения нагрузочных свойств стабилизатора, и как следствие повышения надёжности рекомендую вместо двух $KT809A$ поставить один составной $KT827A$ без резисторов $R_4 - R_6$.

4. Никогда не брезжьте рассчитать мощность резисторов, иначе это может Вам выйти кучей сгоревших дорогих элементов;

5. В приведённой схеме стабилизатора имеется защита по первичной обмотке трансформатора, а во вторичных цепях защита отсутствует. В простейшем случае поставьте на выходе стабилизатора двух-трехватный предохранитель, но лучше сделать более интеллектуальную схему защиты;

6. В этой статье указаны простейшие правила и условия, соблюдение которых позволит проектировать и собирать действующие стабилизаторы. И тогда у Вас не будет возникать вопросов типа тех, на которых и существует половина интернет-Форумов: Я вместо конденсатора поставил резистор, а он как конденсатор работать не хочет!? Или: Почему резистор, предназначенный в схеме для выполнения одной функции, не выполняет другую функцию?

Расчёт с первого взгляда выглядит нудноватым, но это самый простейший расчёт. Поняв принципы работы и расчёта транзисторных каскадов, Вы сможете конструировать и рассчитывать более сложные схемы.



[Сайт](#) создан в 2011 г. © Все права на материалы сайта, принадлежат [Meanders](#).

Копирование материалов сайта и размещение на других интернет-ресурсах запрещено. По всем вопросам пишите мне на E-mail: info.meanders@mail.ru