

Схема мощного параллельного стабилизатора напряжения на транзисторах

В предлагаемой статье описываются принципы работы параллельного стабилизатора, и рассматривается возможность его применения для стабилизации питания мощных высококачественных усилителей НЧ. Приведена также схема полного источника питания с параллельным стабилизатором.

Среди радиолюбителей, а также в промышленных аудиоустройствах высокого качества широко используются параллельные стабилизаторы. В этих устройствах стабилизирующий элемент подключается параллельно нагрузке, что хорошо отражается на таком параметре стабилизатора, как его быстродействие. Фактически быстродействие стабилизатора определяется быстродействием стабилизирующего элемента. Также к достоинствам параллельных стабилизаторов стоит отнести тот факт, что независимо от тока, потребляемого от стабилизатора, ток, потребляемый им самим от источника питания, остается неизменным. Этот факт положительно отражается на уровне излучаемых БП в целом помех (за счет того, что девиации тока потребления не протекают через трансформатор и выпрямительный мост), хотя и служит причиной их низкого КПД.

Рассмотрим вышеизложенное на примере простейшего параллельного стабилизатора - параметрическом стабилизаторе на стабилитроне (рис.1.)

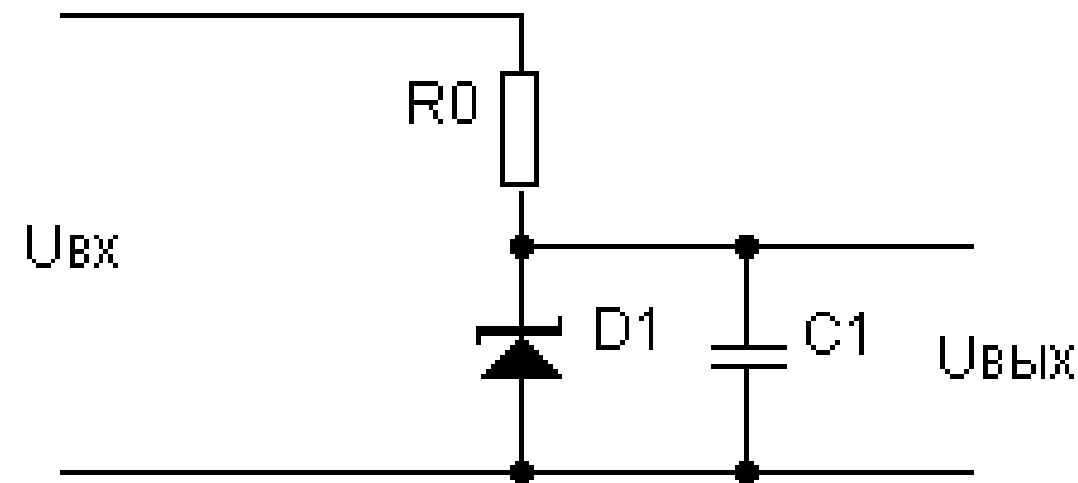


Рис.1. Параметрический стабилизатор

Резистор R0 задает суммарный ток, который будет течь через стабилитрон и подключенную, параллельно ему нагрузку. Легко видеть, что при изменении тока нагрузки, ток через резистор R0 останется постоянным, изменится лишь ток, текущий через стабилитрон D1. Так будет происходить, пока будет выполняться условие (1):

$$I_H < I_{R0} - I_{ст.мин.} \quad (1)$$

где I_H - ток нагрузки,

I_{R0} - ток через R0,

$I_{ст.мин.}$ - минимальный ток стабилизации стабилитрона D1

Быстродействие данного стабилизатора будет определяться в основном скоростью изменением величины барьерной емкости стабилитрона [1], а также временем заряда-разряда конденсатора C1.

Однако у подобных стабилизаторов есть и недостатки - в частности для получения более-менее приличного коэффициента стабилизации (>100), через стабилитрон должен течь ток, соизмеримый с током нагрузки. Это обстоятельство, с учетом того, что подавляющее количество стабилитронов рассчитано на ток до 100 мА, затрудняет использование параметрических стабилизаторов в мощных устройствах.

Чтобы обойти это препятствие, параллельно стабилизатору ставят мощный активный элемент, например MOSFET транзистор, как показано на рисунке 2.

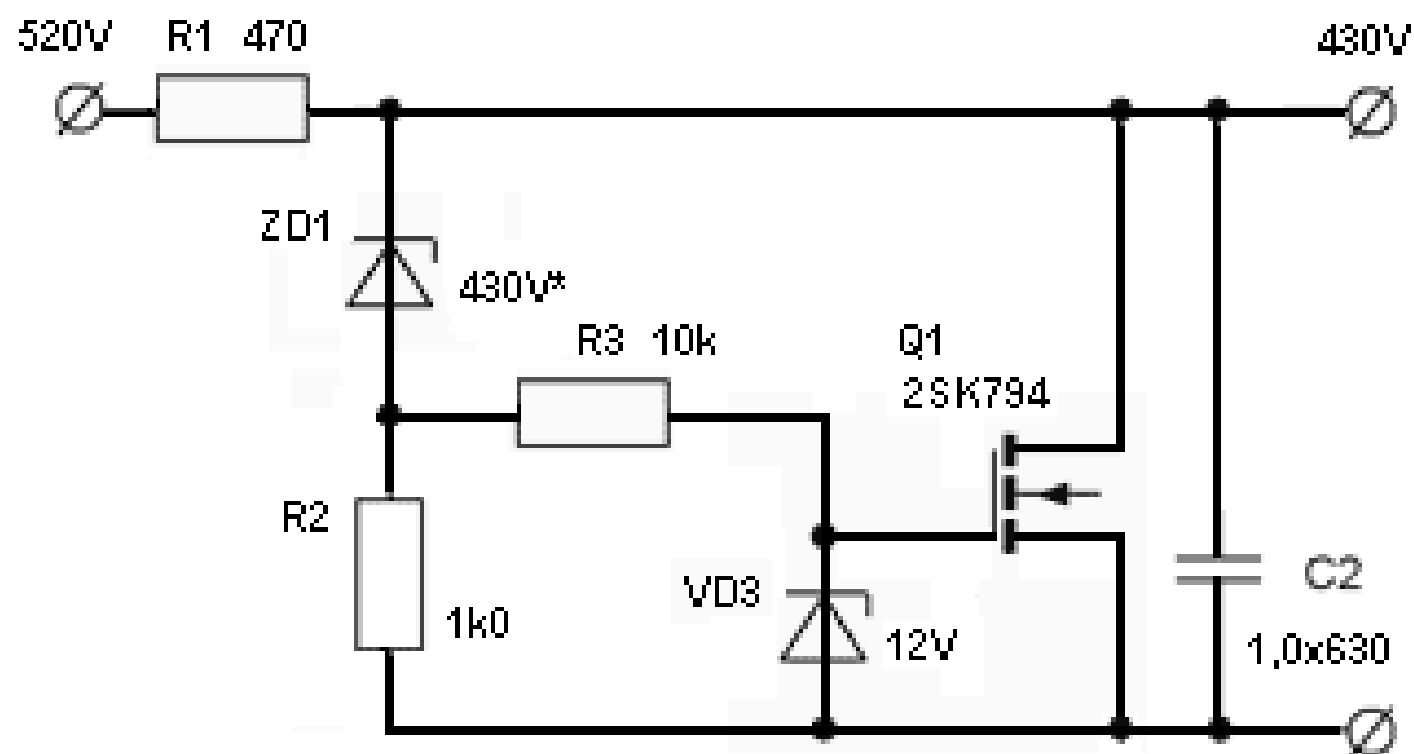


Рис.2. Мощный параллельный стабилизатор.

В этой схеме стабилитрон лишь задает стабильное напряжение на затворе транзистора Q1, через цепь сток-исток которого и течет основной ток. Стабилитрон VD3 предохраняет Q1 от пробоя ввиду высоковольтности данной реализации. Подробнее о работе этой схемы можно прочитать в [2].

Схема, приведенная на рисунке один способна работать с большими токами (ограничивается предельными характеристиками примененного мосфета), но выделяет большую мощность и имеет низкий КПД (менее 30% - если падение на резисторе R1 сравнительно велико, ток через мосфет сравним с током через нагрузку, величины входного и выходного напряжений не превышают 100 В), что в мощных приложениях является серьезным недостатком.

Но ток текущий через мосфет, можно заметно снизить без ущерба для коэффициента стабилизации, если устранить источник нестабильности в данной схеме. Остановимся на нем подробнее.

При изменении напряжения на входе стабилизатора изменяется ток, текущий через резистор R1, это изменение можно снизить увеличением номинала этого резистора, но это, в свою очередь потребует увеличение падения напряжения на этом резисторе, а следовательно снизит КПД. Оптимальным решением, на мой взгляд является замена этого резистора на источник тока, на котором падение напряжение можно будет установить равное сумме девиации входного напряжения +2-3 вольта для нормально работы активного элемента источника тока.

С учетом этих дополнений была разработана схема источника питания с параллельным стабилизатором, представленная на рисунке 3.

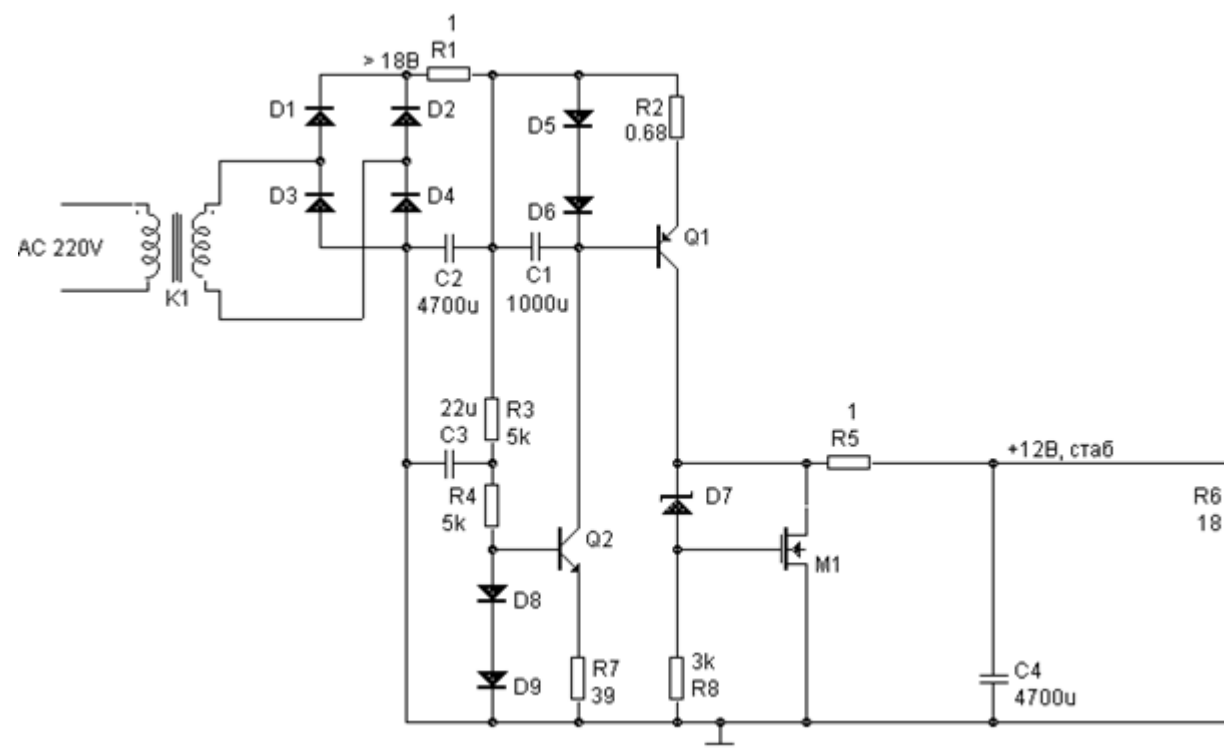


Рис.3. Принципиальная схема БП с параллельным стабилизатором

Функцию токозадающего резистора здесь выполняет источник тока на транзисторе Q1. Для снижения нестабильности выдаваемого им тока, он запитан от другого источника тока меньшей мощности, который в свою очередь запитан через RCR фильтр для снижения пульсаций. Резистором R7 можно грубо регулировать рабочий ток стабилизатора, резистором R4 плавно. Резистором R8 можно подстроить выходное напряжение стабилизатора в небольших пределах. R6 представляет собой нагрузку БП, потребляющую около 600 мА. (без нагрузки БП не подключать!). Транзисторы Q1 и M1 можно установить на общем радиаторе площадью не менее 500 кв.см.

Основные технические характеристики стабилизатора (с входным и выходным RC-фильтрами):

1. Выходное напряжение = 12В.
2. Входное напряжение > 18В.
3. Ток нагрузки - 600 мА
4. Потребляемый ток - 750 мА (при номиналах, указанных на схеме, изменяется подбором резистора R2, R7, R4 - в порядке величины влияния)
5. Уровень пульсаций на выходе - -112дБ
6. КПД=57%

Легко видеть, что представленная схема обладает достаточно высокими параметрами в части КПД и Кст, сравнимыми с характеристиками компенсационных последовательных стабилизаторов, при этом практически полностью сохраняя достоинства параллельных стабилизаторов.

При этом схема достаточно проста, не требует дефицитных деталей, и может быть сконструирована даже начинающими радиолюбителями.

При входном напряжении до 50В в схеме можно применить - Q1-BD244C, Q2-BC546A, M1-IRF630. В качестве стабилитрона D7 можно применить любой на напряжение 8,2 В, диоды D1-D4 например SF54, диоды D5,D6,D8,D9 - например 1N4148.