

БЛОКИ ПИТАНИЯ С ТРАНЗИСТОРНЫМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЯ (4,5; 6,0; 7,5; 9; 12 В, ток 0,3 А и 13...28 В, ток 1 А)

Для питания самодельной и заводской радиоаппаратуры от сети переменного тока в стационарных условиях, а также для проведения экспериментальных работ необходим блок питания (БП), дающий различные стабилизированные напряжения при достаточном токе нагрузки. Этим условиям удовлетворяет блок питания (рис. 1), на выходе которого можно получать фиксированные стабилизированные напряжения 4,5; 6; 7,5; 9 и 12 В при токе нагрузки до 300 мА. БП имеет коэффициент стабилизации $K_{ст} = 12$ и позволяет после некоторых переделок плавно изменять выходное напряжение.

Он состоит из выпрямителя, смонтированного по мостовой схеме на диодах $V1...V4$, с емкостным фильтром ($C1$) на выходе, транзисторного параметрического стабилизатора на составном транзисторе $V8$, $V9$ и стабилитроне $V7$. Составной транзистор работает в режиме эмиттерного повторителя, его нагрузка подключена к выходу БП — разъему $X1$.

Резистор $R3$ и стабилитрон $V7$ образуют диодный параметрический стабилизатор напряжения. Опорное напряжение со стабилитрона поступает на делитель напряжения: подстроечный резистор $R5$, один из резисторов $R6...R9$, резистор $R10$. Изменяя положение переключателя $S2$, можно изменять величину опорного напряжения, поступающего на вход составного эмиттерного повторителя (базу транзистора $V8$), а следовательно, и напряжение на его нагрузке, которое отличается от опорного на величину падения напряжения на эмиттерно-базовых переходах транзисторов $V8$, $V9$.

Конденсатор $C2$, подключенный параллельно стабилитрону $V7$, позволяет значительно снизить величину пульсаций переменной составляющей на выходе БП. Резисторы $R11$ и $R12$ обеспечивают функционирование транзисторов в усилительном режиме при отсутствии нагрузки на выходе БП.

Работа этого стабилизатора, по существу, ничем не отличается от работы стабилизаторов, рассмотренных в листовке № 145.

Любое изменение напряжения на нагрузке стабилизатора (выходе БП) приводит к изменению смещения на базе транзистора $V8$, который, в свою очередь, управляет смещением базы регулирующего транзистора $V9$, что восстанавливает выходное напряжение до прежней величины. Этот процесс происходит за счет изменения сопротивления участка эмиттер-коллектор транзистора $V9$, включенного последовательно с нагрузкой, и падения напряжения на нем.

Для предотвращения выхода из строя регулирующего транзистора $V9$ при коротких замыканиях на выходе или чрезмерном превышении тока нагрузки БП снабжен электронной схемой защиты, состоящей из стабилитрона $V5$, транзистора $V6$ и резисторов $R2$ и $R4$. Работает защита следующим образом. Через резистор $R4$ протекает весь ток нагрузки, и на нем падает небольшое напряжение, которое подается на базу транзистора $V6$. Напряжение на эмиттере этого транзистора стабилизировано стабилитроном $V5$, включенным в прямом направлении. Таким образом, между базой и эмиттером транзистора $V6$ действует разность напряжений, которая зависит от протекающего через резистор $R4$ тока нагрузки. Если этот ток создаст на резисторе $R4$ падение напряжения, уступающее прямому напряжению на стабилитроне $V5$, то транзистор $V6$ закрыт и система защиты бездействует. Если же ток нагрузки станет выше допустимого, то падение напряжения на резисторе $R4$ превысит напряжение на стабилитроне $V5$, транзистор $V6$ откроется и зашунтирует стабилитрон $V7$, благодаря чему ток через регулирующий транзистор $V9$ ограничится и напряжение на выходе БП практически снизится. Как только будет устранена причина превышения допустимого тока или короткого замыкания, на выходе блока вновь появится стабилизированное напряжение. Порог срабатывания системы защиты устанавливается подбором сопротивления резистора $R4$.

В блоке можно использовать также транзисторы МП40, МП40А, МП41, МП41А ($V6$, $V8$) со статическим коэффициентом передачи тока $h_{21Э} = 40$; П214, П214А, П215

и им подобные с $h_{21Э} = 30$; диоды Д226, Д229, блок из кремниевых диодов КЦ402Е ($V1...V4$); стабилитроны Д808...Д814 или любой кремниевый диод ($V5$); стабилитрон Д813 ($V7$) с напряжением стабилизации 12,5...14 В. Все постоянные резисторы — МЛТ, подстроечный резистор СП1; электролитические конденсаторы К50-6, переключатель $S2$ малогабаритный типа ПМ (10П1Н). Из десяти его положений используется только шесть. Галетный переключатель ПМ можно заменить клавишным переключателем с шестью клавишами (одна клавиша с независимым включением, остальные — с зависимым). В этом случае выключатель $S1$ не нужен, так как БП включается шестой клавишей.

Силовой трансформатор $T1$ выполнен на сердечнике УШ16, набор 24 мм. Обмотка I содержит 2430 витков провода ПЭВ-1 0,15; обмотка II — 200 витков ПЭВ-1 0,47. Роль электростатического экрана между обмотками выполняет один слой провода ПЭВ-1 0,15.

Конструкция БП может быть самой разнообразной, в основном определяется типом используемого переключателя и опытом радиолюбителя. В данной конструкции транзистор $V9$ установлен на одностороннем литом ребристом радиаторе размером 60×60 мм и общей высотой 15 мм. Следует иметь в виду, что радиатор электрически соединен с корпусом транзистора и находится под его напряжением. Поэтому при монтаже необходимо обеспечить электрическую развязку радиатора от шасси или корпуса БП.

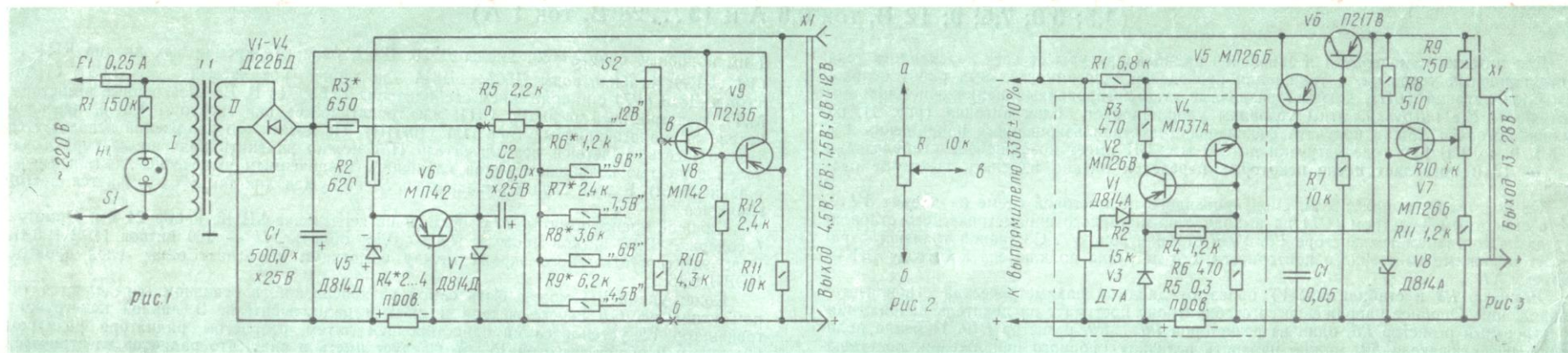
Если все детали проверены на исправность и при монтаже не допущено ошибок, налаживание БП производят в такой последовательности. От схемы отключают транзистор $V6$ и замыкают резистор $R4$. Включив БП в сеть, убеждаются в наличии напряжения на выходе выпрямителя (конденсаторе $C1$). Затем с помощью миллиамперметра подбором резистора $R3$ устанавливают в цепи стабилитрона $V7$ ток около 15 мА и вольтметром проверяют величину опорного напряжения. Оно должно превышать 12,5 В. Если напряжение на стабилитроне окажется менее 12 В, подбирают стабилитрон (отдельные образцы могут иметь разброс по напряжению стабилизации от 11,5 до 14 В) и вновь устанавливают ток в его цепи.

Значительный разброс напряжений стабилизации стабилитронов обуславливает необходимость подбора сопротивлений делителя $R5...R9$. Поставив переключатель $S2$ в положение «12 В», к выходу БП подключают вольтметр и регулировкой резистора $R5$ устанавливают напряжение, равное 12 В. Затем переключатель $S2$ переводят в положение «9 В» и подбором резистора $R6$ добиваются на выходе напряжения, равного 9 В. Аналогично при установке выходных напряжений 7,5; 6 и 4,5 В подбирают сопротивления резисторов $R7$, $R8$ и $R9$. Следует помнить, что, подбирая сопротивления резисторов $R6...R9$, нельзя изменять положение движка установочного резистора $R5$.

Добившись необходимых фиксированных напряжений на выходе БП, проверив его работу под нагрузкой, в схему подключают транзистор $V6$ и подбором величины резистора $R4$ (при токе нагрузки 320 мА) добиваются, чтобы система защиты срабатывала надежно, о чем судят по снижению напряжения на выходе БП и тока нагрузки.

При необходимости плавной регулировки стабилизированного напряжения от 2 до 12 В в схему вводят следующие изменения: переключатель $S2$ и резисторы $R5...R10$ исключают; параллельно стабилитрону $V7$ (точкам схемы «а», «б») подключают переменный резистор R (рис. 2), движок которого соединяют с базой транзистора $V8$ (точкой «в»). Для удобства работы с блоком резистор R берут группы «А», а его шкалу (практически линейную) градуируют в значениях выходного напряжения.

Стабилизированный БП (рис. 3) отличается достаточно высокими параметрами и позволяет получать стабилизированные напряжения от 13 до 28 В при токе нагрузки до 1 А. Его коэффициент стабилизации $K_{ст} = 100$, выходное сопротивление не превышает 0,3 Ом, защитное устройство срабатывает при токе нагрузки свыше 1 А, ограничивая его до 0,3 А.



Для выпрямителя БП может быть взята любая двухполупериодная схема, обеспечивающая напряжение 33 В при токе нагрузки 1,2...1,5 А. Стабилизатор напряжения собран по так называемой компенсационной схеме на транзисторах $V5...V7$, обеспечивает по сравнению с транзисторным параметрическим стабилизатором меньшее выходное сопротивление и позволяет получить стабилизированное напряжение, превышающее опорное. Основные части компенсационного стабилизатора — датчик стабилизированного напряжения ($V8$), регулирующий элемент, выполненный на составном транзисторе ($V5, V6$), и усилитель обратной связи на транзисторе $V7$. Выходное напряжение в таком БП определяется опорным напряжением на стабилитроне $V8$ и параметрами делителя $R9...R11$, с которого часть напряжения подается на базу транзистора $V7$.

На выходе стабилизатора включен мост, образованный резисторами $R8...R11$ и стабилитроном $V8$. Выходное напряжение подается на одну из диагоналей моста, в другую диагональ включен транзистор $V7$ (эмиттер-база). Если по какой-либо причине напряжение на выходе стабилизатора будет стремиться увеличиться, то отрицательное смещение в цепи базы и коллекторный ток транзистора $V7$ также увеличатся. Это приведет к увеличению падения напряжения на резисторе $R1$ и к уменьшению токов баз транзисторов $V5$ и $V6$, что увеличит сопротивление участка эмиттер-коллектор транзистора $V6$ и падение напряжения на нем. В результате этого напряжения на выходе стабилизатора будет скомпенсировано. Аналогично протекают процессы и в случае уменьшения напряжения на выходе БП из-за увеличения нагрузки или уменьшения напряжения сети. Смещение на базе транзистора $V7$ уменьшится, а на базах транзисторов $V5, V6$ увеличится, что приведет к уменьшению сопротивления участка эмиттер-база транзистора $V6$ и падения напряжения на нем. В результате напряжение на выходе БП останется без изменения. Плавная регулировка выходного напряжения осуществляется переменным резистором $R10$.

Устройство защиты, обведенное штрих-пунктирной линией, выполнено на аналоге диодистора. При токе нагрузки меньше порогового тока транзисторы $V4$ и $V2$ закрыты

напряжением на диоде $V3$. Как только падение напряжения на резисторе $R5$ станет больше этого напряжения, транзистор $V2$ приоткрывается, что приводит к лавинообразному открыванию транзисторов $V2$ и $V4$. Регулирующий элемент стабилизатора закроется, так как его база через аналог диодистора $V2V4$ и диод $V3$ будет соединена с общим проводом. После срабатывания защиты ток в цепи нагрузки не превышает 0,3 А при напряжении на нагрузке 1,7 В.

В исходное состояние стабилизатор возвращают кратковременным отключением выпрямителя от сети. Ток срабатывания защиты, не зависящий от выходного напряжения, устанавливают подбором сопротивления проволочного резистора $R5$.

При превышении максимально допустимого входного напряжения открывается стабилитрон $V1$, открывается и аналог диодистора, а стабилизатор отключается так же, как в случае перегрузки. Порог срабатывания устанавливают подстроечным резистором $R2$.

Налаживание защитного устройства сводится к подбору сопротивления проволочного резистора $R5$ — «датчика тока» на предельный ток нагрузки и к установке напряжения срабатывания подстроечным резистором $R2$. Подобный стабилизатор не рекомендуется использовать с нагрузками, содержащими значительные емкостные составляющие.

Если в применении защиты такого типа нет большой необходимости, все детали, обведенные штрих-пунктирной линией, из схемы исключают, а вместо резистора $R5$ устанавливают перемычку.

Подп. в печать 15.11.83. Г-63919. Изд. № 2/288 заказ. Формат 60×90¹/₈.

Зак. 536. Уч. изд. л. 0,406. Усл. п. л. 0,26.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР, 129110, Москва, Олимпийский просп., 22. Отпечатано в типографии № 32 Союзполиграфпрома, Москва, Цветной бульвар, 26. Зак. 370