

тором с допустимым напряжением между коллектором и эмиттером, а также коллектором и базой более 50 В. Конденсаторы $C2, C3$ — БМ, МБМ или другие с малым ТКЕ. Подстроечные резисторы $R8, R15$ — любые миниатюрные. Терморезистор $R12$ — ММТ-1; вместо него может быть использован и обычный резистор, но температурная стабильность устройства ухудшится.

Вместо ИН13 можно использовать индикатор ИН9. При этом напряжение питания может быть уменьшено со 125 до 110 В, номиналы резисторов $R13—R16$ потребуют корректировки, а транзистор $V8$ следует снабдить небольшим радиатором общей площадью 8...10 см², и в кожухе визуализатора желательно предусмотреть вентиляционные отверстия. Следует также иметь в виду, что при такой замене индикаторов точность работы устройства несколько ухудшится, так как полутоны на шкале станут короче.

Налаживать визуализатор нужно в сборе с блоком питания, в комплексе с ЭМИ. Частотную шкалу желательно калибровать по образцовому звуковому генератору. В крайнем случае можно использовать обычный звуковой генератор, контролируя высоту тона по какому-либо хорошо настроенному музыкальному инструменту.

Сначала проверяют длительность импульса ждущего мультивибратора, запуская его коротким импульсом отрицательной полярности амплитудой не менее 1 В. Длительность отрицательного прямоугольного импульса ждущего мультивибратора должна быть равна 245 ± 5 мкс. Корректируют длительность подбором конденсатора $C2$. В случае появления сбоев в запуске ждущего мультивибратора можно рекомендовать зашунтировать диод $V1$ резистором сопротивлением 0,2...1 МОм.

Налаживание каналов начинают с самого низкочастотного. Устанавливают частоту звукового генератора 174,62 Гц, соответствующую ноте $фа$ малой октавы. Резистором $R8$ соответствующего канала подбирают такую длину светящегося столба индикатора, чтобы его верхний край совпал с начальной отметкой на баллоне. Подают от генератора сигнал с частотой, равной 329,63 Гц ($ми$ первой октавы), и резистором $R15$ устанавливают верхний край столба вровень с конечной отметкой на баллоне. После этого увеличивают еще более частоту генератора и проверяют максимальную длину светящегося столба. Приращение его длины относительно конечной отметки должно быть равно 9...10 мм.

Если световой столб доходит до конца анода и при этом увеличивается его яркость, следует немедленно выключить устройство и, заменив резистор $R14$ на другой, большего номинала, повторить калибровку. Если же приращение длины столба менее 8 мм, следует несколько уменьшить номинал резистора $R14$ с повторением калибровки. Остальные каналы настраивают аналогично. После этого устанавливают индикаторы в положение, соответствующее рисунку клавиатуры на крышке визуализатора.

Перед окончательной калибровкой следует тщательно испытать визуализатор длительной работой в различных режимах на предмет выявления пригодности индикаторов. Пригодны индикаторы, в которых не происходит разрывов и скачков светящегося столба при быстром и медленном изменениях частоты и длина его максимальна — вплоть до конца анода.

Следует иметь в виду, что некоторая нелинейность мензурки визуализатора все же остается, особенно в начале шкалы каждого октавного канала. Практически вполне допустима длина интервала $фа — фа-диез$ 6,5...7 мм. В отдельных случаях, если она менее 6 мм, нужно подобрать стабилитроны $V6, V7$ и резистор $R10$. Кроме этого, в результате самопрогрева транзисторов $V8$ каналов и индикаторов наблюдается небольшой — около 2 мм — уход длины светящегося столба в сторону увеличения при среднем и большом управляющем напряжении. Это обстоятельство желательно учесть при калибровке визуализатора.

г. Москва

БЛОК ПИТАНИЯ БЕЗ СЕТЕВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Л. АНУФРИЕВ

Описываемый ниже блок питания разработан для цифрового мультиметра, но может быть использован и в ряде других электронных устройств. Блок выполнен по структурной схеме: выпрямитель—параметрический стабилизатор напряжения—преобразователь постоянного напряжения в переменное повышенной частоты—переходной трансформатор—вторичный выпрямитель. Подобные блоки обладают тем преимуществом, что в них отсутствует громоздкий низкочастотный сетевой трансформатор и значительно облегчены требования к фильтрам вторичных выпрямителей, что особенно важно, если их несколько. Незначительно увеличивает габариты фильтр сетевого выпрямителя, но он всего один и поэтому в целом блок питания очень компактен.

Блок работоспособен при напряжении сети в пределах 190...240 В (при 50 Гц), потребляемый ток — около 50 мА. Частота преобразования — примерно 15 кГц. Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети в указанных пределах около 1%.

Принципиальная схема блока показана на рис. 1. Число и параметры вторичных выпрямителей выбраны исходя из предназначения блока и, разумеется, могут быть и другими. Максимальный ток нагрузки источника напряжением 15 В равен 10 мА, 5 В — 400 мА, 2×10 В — 2×10 мА. Двойная амплитуда (размах) пульсаций частоты 30 кГц для этих источников равна соответственно 200, 700 и 150 мВ; для частоты 100 Гц — не превышает 0,5%. При более жестких требованиях к выходным напряжениям потребуются введение дополнительных стабилизаторов и фильтров.

Мост на диодах $V1—V4$ выпрямляет сетевое напряжение. Значительная доля напряжения сети падает на балластном конденсаторе $C1$. Резистор $R1$ служит для разрядки конденсатора $C1$ при отключении блока от сети. Резистор $R2$ ограничивает бросок зарядного тока через конденсатор $C1$. После зарядки этого конденсатора он служит ограничителем тока зарядки конденсаторов фильтра $C2$ и $C3$. Использование емкостного балластного элемента вместо резистивного имеет ряд преимуществ. В частности, конденсатор практически не расходует активную мощность и, следовательно, не нагревается, увеличивает коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора; при коротком замыкании в цепи нагрузки ток через диоды $V1—V4$ значительно меньше при балластном конденсаторе, чем при балластном резисторе.

Выпрямленное напряжение с фильтра $C2R8C3$ поступает на параметрический стабилизатор напряжения, собранный на стабилитроне $V5$. Балластным для стабилизатора служит суммарное сопротивление резисторов $R2$ и $R3$ плюс емкостное сопротивление конденсатора $C1$ (на частоте 50 Гц оно равно примерно 3,1 кОм). Конденсатор $C3$ снижает выходное сопротивление фильтра на рабочей частоте преобразователя.

Генератор преобразователя выполнен на транзисторах $V7, V8$, диодах $V6, V9$ и трансформаторе $T1$ по последовательной схеме с положительной обратной связью по напряжению. Магнитопровод трансформатора работает в ненасы-

шенном режиме. Рабочую частоту преобразователя определяют в основном номиналы конденсаторов $C4$, $C5$ и резисторов $R4$, $R5$. Используемое построение генератора позволило получить относительно малые потери мощности в режиме переключения и тем самым облегчить температурный режим транзисторов генератора. Вторичные выпрямители собраны по двухполупериодной схеме на диодах $V10$ — $V17$ с емкостными фильтрами и особенностей не имеют.

В блоке использованы резисторы МЛТ, конденсатор $C1$ — МБГЧ-1, $C2$, $C3$, $C6$ — К50-12, $C4$, $C5$ — КМ-4, $C7$, $C8$, $C10$ —

корпусом агрегата. Обмотки изолированы со всех сторон: со стороны боковин — стеклотекстолитовыми шайбами 3, а с остальных — прессшпановыми прокладками 9. Выводы 4 пропущены через отверстия в боковинах 1 и шайбах 3.

Обмотки I и II, содержащие по 22 витка провода ПЭШО 0,12, намотаны в два провода. Обмотка III — 282 витка провода ПЭВ-1 0,15. Обмотки VI и VII содержат по 34 витка провода ПЭВ-2 0,29 и намотаны в два провода. Остальные обмотки содержат по 34 витка провода ПЭВ-2 0,12 и намотаны в четыре провода.

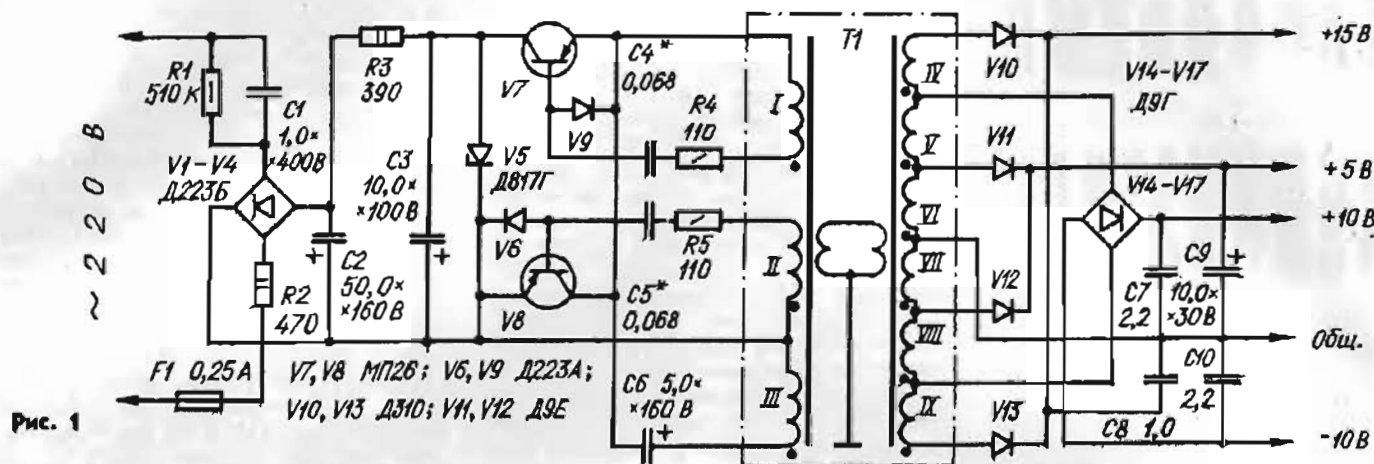


Рис. 1

КМ-6 ($C7$ и $C10$ — по два конденсатора, включенных параллельно), $C9$ — К53-1. Вместо конденсаторов К50-12 можно использовать К50-6. Диоды Д223Б можно заменить выпрямительными диодами Д7Ж или Д226Б (при такой замене номинал резистора $R2$ можно уменьшить до 100 Ом). Стабилитрон $V5$ следует установить на радиатор, изготовленный из дюралюминиевой полоски размерами 65×15 мм и толщиной 1,5 мм и изогнутый в виде буквы U. Транзисторы $V7$ и $V8$ желательно подобрать с отклонением по коэффициенту h_{213} не более 10%.

Конструкция трансформатора изображена на рис. 2. Устройство по сути представляет собой агрегат из двух тороидальных трансформаторов, объединенных общим объемным витком. Такая конструкция обеспечивает очень

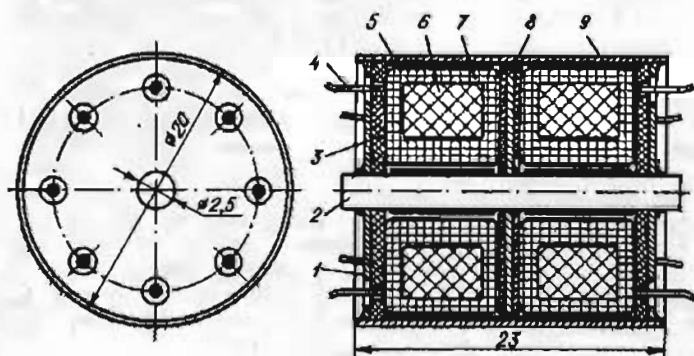


Рис. 2

малую емкость между первичными и выходными обмотками, а значит, и хорошую развязку между ними. Ферритовые кольца 6 (типоразмера К16×8×6 из феррита 2000НМ) с обмотками 7 помещены в отрезок медной трубки 5. Медные боковины 1 припаяны к трубке 5 и центральному медному стержню 2. Перегородка 8, припаянная к стержню 2, служит экраном между первичными (I—III) и вторичными (IV—IX) обмотками. Объемный виток, образованный стержнем, боковинами и трубкой, служит одновременно

Размеры трансформатора могут несколько отличаться от указанных, так как это не сказывается существенно на его параметрах. Пять деталей объемного витка нужно небольшими участками хорошо прогретым паяльником с обязательным промежуточным охлаждением корпуса, чтобы исключить перегревание обмоток. Особое внимание надо обратить на качество пайки боковин к стержню и трубке, так как по объемному витку протекает ток до 10 А и недоброкачественная пайка может внести в трансформатор большие потери и вызвать перегревание его корпуса. Центральный стержень можно оставить удлиненным с одной или обеих сторон и использовать для крепления трансформатора к монтажной плате. Стержень следует электрически соединить с общим проводом блока питания.

Наладивание блока начинают с проверки режима работы его узлов. Отключают коллектор транзистора $V7$ и параллельно стабилитрону $V5$ присоединяют резистор сопротивлением 3 кОм мощностью 4 Вт. Включают блок в сеть и измеряют напряжение на стабилитроне $V5$. Оно должно быть близко к 100 В, а падение напряжения на резисторе $R3$ — 16...20 В. Не отключая резистора от стабилитрона, восстанавливают цепь коллектора транзистора $V7$. При правильно включенных обмотках преобразователь возбуждается, в чем можно убедиться по осциллографу, подключенному к одной из вторичных обмоток, или по появлению постоянного напряжения на одном из выходов.

Отключают резистор от стабилитрона, подсоединяют к блоку нагрузку и убеждаются, что генерация не срывается. Если же в нагруженном преобразователе колебания не возникают, то можно подключить между базой и коллектором транзисторов $V7$ и $V8$ по резистору сопротивлением около 100 кОм. Наладивание завершают, проверяя ток через стабилитрон $V5$ при номинальной нагрузке. При номинальном сетевом напряжении этот ток должен быть равен 10...15 мА. Его устанавливают подборкой добавочного конденсатора БМТ или К40П емкостью 0,1...0,22 мкФ на номинальное напряжение не ниже 400 В, подключаемого параллельно конденсатору $C1$.

г. Москва