

Преобразователь напряжения для питания ФЭУ

В этом разделе описан преобразователь напряжения, предназначенный для питания **фотоэлектронного умножителя**, входящего в состав чувствительного радиометрического комплекса. Схемотехнические решения, заложенные в преобразователе, могут быть использованы при разработке стабилизированных источников питания многих других электронных устройств.

Преобразователь, схема которого приведена на рис. 132, обеспечивает на выходе напряжение 1000 В. Стабильность выходного напряжения такова, что при колебании тока нагрузки от 0 до 200 мкА изменение выходного напряжения не обнаружимо по четырехзначному цифровому вольтметру, т. е. не превышает 0,1 %.

Устройство собрано по традиционной схеме с использованием обратного выброса напряжения самоиндукции. Транзистор VT1, работающий в ключевом режиме, подает на первичную обмотку трансформатора T1 напряжение источника питания на время, равное 10... 16 мкс. В момент закрывания транзистора энергия, накопленная в магнитопроводе трансформатора, преобразуется в импульс напряжения около 250 В на вторичной обмотке (около 40 В - на первичной). Умножитель напряжения, образованный диодами VD3 - VD10 и конденсаторами C8 - C15, повышает его до 1000 В.

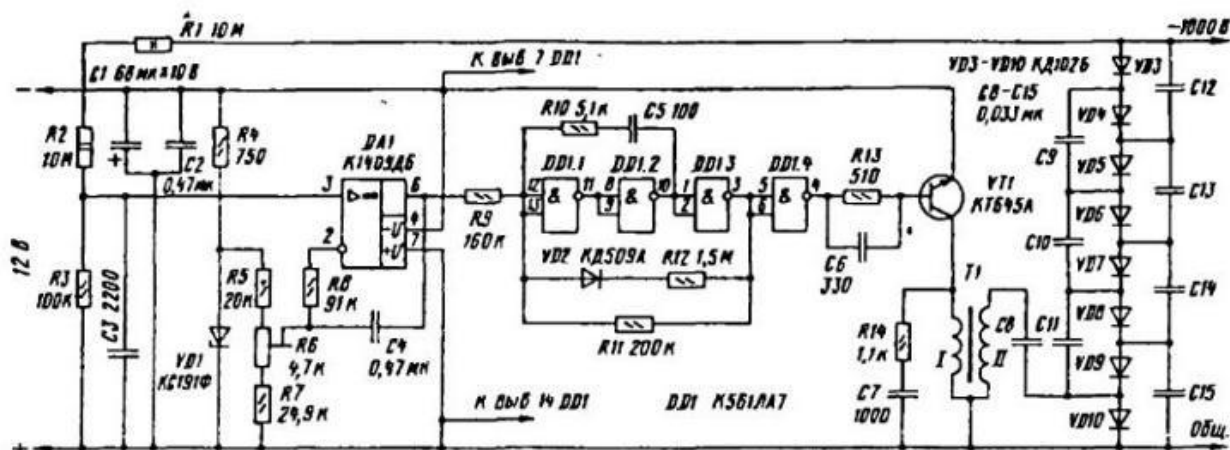
Импульсы управления транзистором VT1 вырабатывает генератор с регулируемой скважностью, собранный на элементах DD1.1 - DD1.3. Управление скважностью импульсов осуществляется выходным напряжением операционного усилителя DA1.

Выходное напряжение преобразователя через резистивный делитель R1 - R3 поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя и сравнивается им с образцовым напряжением, стабилизированным термокомпенсированным стабилитроном VD1. В момент включения выходное напряжение преобразователя равно нулю, близко к нулю и напряжение на выходе ОУ DA1. Генератор формирует импульсы максимальной длительности. При соотношении сопротивлений резисторов R9, R11, R12, указанных на схеме, отношение длительности импульсов положительной полярности на выходе элемента DD1.4 к периоду их повторения (коэффициент заполнения) близко к 0,65. При достижении выходным напряжением заданного значения отрицательное напряжение на выходе ОУ DA1 возрастает, коэффициент заполнения уменьшается, а выходное напряжение стабилизируется.

Во время испытания описываемого здесь преобразователя длительность импульсов при нагрузке в указанных выше пределах изменялась от 10 до 12 мкс, а их частота повторения - от 18 до 30 кГц, что соответствует коэффициенту заполнения от 0,18 до 0,4. Потребляемый ток увеличивался с 22 до 47 мА. При максимальной нагрузке и уменьшении питающего напряжения до 10,5 В длительность импульсов увеличивалась до 16 мкс при частоте 36 кГц, что соответствует коэффициенту заполнения 0,57. Дальнейшее снижение напряжения питания приводило к срыву стабилизации. При токе нагрузки 100 мкА стабилизация сохраняется до напряжения источника питания 9,5 В.

Конденсатор C3 образует нижнее плечо емкостной части делителя выходного напряжения. Без него напряжение пульсаций с выхода преобразователя, равное примерно 1 В, проходило бы на вход ОУ DA1 через емкость резисторов R1 и R2 практически без ослабления. Конденсатор C4 обеспечивает преобразователю устойчивость работы в целом. Диод VD2 и резистор R12 ограничивают максимально возможный коэффициент заполнения. Минимальные длительность импульсов и коэффициент заполнения определяются соотношением сопротивлений резисторов R9 и R11. С уменьшением сопротивления резистора R9 минимальный коэффициент заполнения уменьшается и может стать равным нулю.

Стабильность выходного напряжения при различных нагрузках обеспечивается за счет большого коэффициента усиления в петле



обратной связи преобразователя. Для устойчивости работы преобразователя при таком коэффициенте усиления необходим конденсатор С4 относительно большой емкости. Но это приводит к увеличению длительности установления выходного напряжения при скачкообразных изменениях нагрузки, Сократить время установления можно уменьшением емкости конденсатора С4, включением последовательно с ним резистора сопротивлением в несколько десятков килоом, подключением параллельно этому конденсатору резистора сопротивлением в несколько мегаом.

Все детали преобразователя можно смонтировать на печатной плате, выполненной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, Показанная на рис. 133 плата рассчитана в основном на установку резисторов МЛТ. Резисторы R1 - R3, R5 и R7, от которых зависит долговременная стабильность преобразователя, - стабильные С2-29. Подстроенный резистор R6 - СПЗ-19а. Конденсатор С1 • К53-1, С8 • С15 - К73-17 на номинальное напряжение 400 В, другие конденсаторы - КМ-5, КМ-6. Выбор стабилитрона VD1 определяется предъявляемыми требованиями по стабильности. Диод VD2 – любой кремниевый маломощный, а диоды умножителя напряжения (VD3 -VD10) могут быть КД104А. Микросхема К561ЛА7 заменяема на К561ЛЕ5, КР1561ЛА7, КР1561ЛЕ5 или на аналогичные из серии 564.

Транзистор VT1 должен быть высокочастотным или среднечастотным, с допустимым напряжением коллектор - эмиттер не менее 50 В и напряжением насыщения не более 0,5 В при токе коллектора 100 мА. Для ускорения выхода среднейчастотного транзистора из насыщения при выключении емкость конденсатора С6 следует увеличить.

Операционный усилитель К140УД6 (DA1) можно заменить на КР140УД6 без изменения рисунка печатных проводников платы или на любой другой с полевыми транзисторами на входе.

Трансформатор Т1 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера К20 х 12 ж 6 из феррита М1500НМ3. Первичная обмотка содержит 35 витков, а вторичная - 220 витков провода ПЭЛШО 0,2. С целью уменьшения межобмоточной емкости провод вторичной обмотки следует укладывать одним толстым слоем, постепенно смещаясь по магнитопроводу, при этом первый и последний витки должны оказаться рядом. Первичная обмотка однослойная, ее наматывают поверх вторичной. Полярность подключения выводов обмоток роли не играет.

Настраивать преобразователь следует в таком порядке. Отключить первичную обмотку трансформатора от транзистора, а верхний (по схеме) вывод резистора R3 соединить с минусовым выводом источника питания через два резистора с общим сопротивлением 140 кОм. При вращении движка подстроечного резистора R6 коэффициент заполнения импульсов на выходе элемента DD1.4 (контролировать осциллографом или вольтметром постоянного напряжения, включенным между выходом этого элемента и общим проводом) должен скачком изменяться от минимального (примерно 0,1 или импульсы могут исчезать полностью) до максимального (0,65). Движок подстроечного резистора зафиксировать в положении возникновения этого скачка.

Затем полностью смонтировать преобразователь, подключить к его выходу вольтметр с входным сопротивлением не менее 10 МОм и включить питание. Выходное напряжение можно контролировать таким же вольтметром и по напряжению на резисторе R3 (5 В) или микроамперметром, включенным последовательно с этим резистором (50 мкА). Далее подстроить резистором R6 выходное напряжение преобразователя и проверить стабильность его работы при изменении нагрузки и напряжения источника питания.

Для уменьшения помех, излучаемых преобразователем, он помещен в латунный корпус. При необходимости большего подавления помех во вторичную цепь преобразователя можно включить простейший RC-фильтр, а в первичную - дроссель ДМ-0,1 индуктивностью 400 мкГн и проходной конденсатор.

Описанный преобразователь рассчитан на работу от стабилизированного источника питания 12 В, у которого с общим проводом соединен плюсовой вывод. Но без каких-либо изменений в монтаже с общим проводом можно соединить минусовый вывод источника питания.

В порядке эксперимента испытан вариант этого преобразователя с питанием от двуполярного источника ± 12 В. Основная его часть собрана по такой же схеме, конденсатор С1 (на номинальное напряжение 30 В), вдвое меньшей емкости, включен между цепями +12 и -12 В, нижние (по схеме) вывод резистора R14 и вывод первичной обмотки трансформатора Т1 подключены к цепи +12 В. Номиналы замененных элементов: R13 - 1,1 кОм, С6 - 1600 пФ, С7 - 430 пФ, R14 - 2 кОм. Транзистор VT1 - КТ815Г. Число витков первичной обмотки трансформатора Т1 увеличено в два раза.

Если использовать нестабилизированный источник питания, то коэффициент стабилизации цепи R4VD1 может оказаться недостаточным. В этом случае цепь питания стабилитрона следует выполнить по схеме, приведенной на рис. 134. Светодиод HL1 будет выполнять функцию индикатора включения питания.

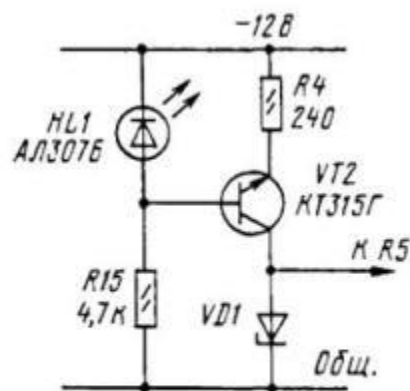
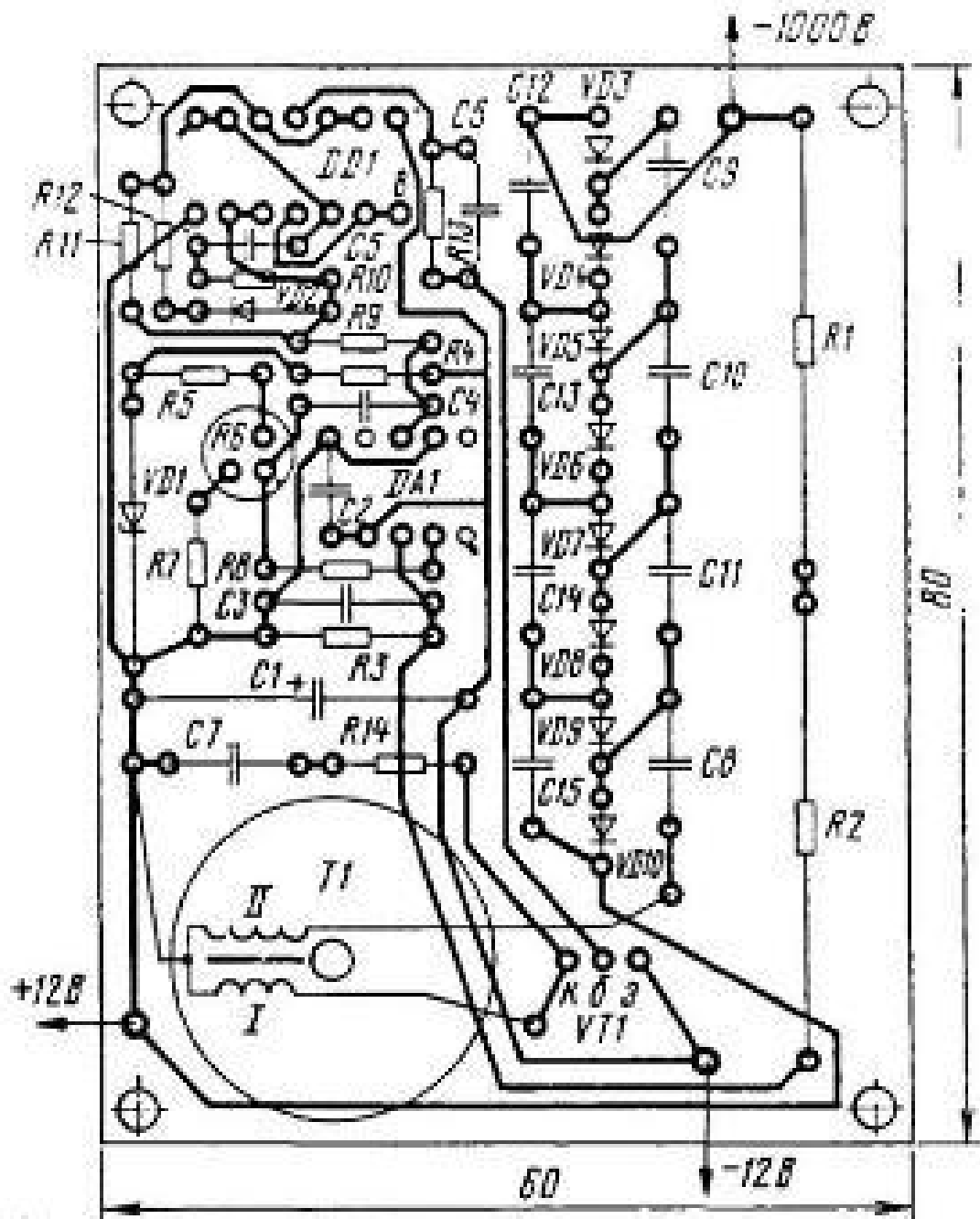


Рис. 134. Цепь питания стабилитрона