Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: **ua9laq@mail.ru**

Кроме основного назначения – для совместной работы с передатчиком – “лисой”, устройство можно использовать в формирователе прямоугольных импульсов с заданной скважностью, в качестве таймера, переключателя гирлянд или светодинамической установки, научить его исполнять несложные мелодии, а при работе в эфире – для передачи позывного...

Манипулятор позывных “лисы” на ПЗУ

Предлагаемый манипулятор предназначен для совместной работы с передатчиком – “лисой”, используемым в соревнованиях по спортивному радиоориентированию (охоте на “лис”). Манипулятор несложен по конструкции, содержит минимум компонентов, неприхотлив к источнику питания, потребляет небольшой ток, не содержит электромагнитных реле, имеет небольшие габариты и массу, в то же время универсален: обеспечивает общепринятый для соревнований пятиминутный повторяющийся цикл с поминутной работой каждого передатчика на дистанции, манипулирует “приводной” передатчик, расположенный на финише, обеспечивает тренировочный режим маяка, позволяет использовать его с любым передатчиком “лисы”, т.к. манипулируемые токи могут достигать значения 3 А (значение манипулируемых токов зависит от типа применённого в манипуляторе транзистора, способа манипуляции передатчика и его манипуляционного интерфейса, а также условий охлаждения транзистора, в авторском варианте транзистор манипулировал токи до 2 А, радиатор не применялся).

Поскольку применение ПЗУ предполагает установку панели под его микросхему, то я, в прошлом – капитан сборной области по спортивному радиоориентирпованию, помня о требующейся надёжности конструкции, долгое время колебался, какую же схемотехнику манипулятора выбрать, а повод для раздумий был: на Областной станции юных техников потребовались экономичные тренировочные передатчики для спортивной радиопеленгации. Руководитель радиокружка на ОблСЮТ Владимир Николаевич Макаров (RX9LN), видя мои мучения, “натравил” на меня своего давнего друга – специалиста по цифровым технологиям Бучельникова Николая Васильевича, который, придя, принёс с собой макетную плату с собранной на ней схемой светодинамической установки, в которой было применено ПЗУ. Тут же испытали макет на механические воздействия, изменения напряжения питания, надёжность контактов и т.п.

Получив консультацию и “заряд бодрости”, я с головой ушёл в разработку конструкции, написание программы для ПЗУ. Николай Васильевич помог с “прошивкой” микросхемы ПЗУ и компонентами. После отработки схемы и разработки печатной платы, её “набивки”, мной были проведены испытания манипулятора вместе с самодельным передатчиком в “бескорпусном” варианте, когда платы и манипулятора, и передатчика просто лежали на столе, однако работали стабильно.

Итак, все временные соотношения пятиминутного повторяющегося цикла передачи для пяти “лис” и их позывные: МОЕ, МОИ, МОС, МОХ, МО5, приводного передатчика МО—, а также сигналы маяка запрограммированы в ПЗУ, опрос которого осуществляется с помощью двоичного счётчика, тактируемого импульсами ГТИ с кварцевой стабилизацией частоты, прошедшими через делитель частоты с довольно большим (2^{12}) коэффициентом деления, что само по себе, дополнительно, увеличивает временную стабильность выдаваемых на счётчик ПЗУ тактовых импульсов, уменьшает уход частоты в такое же число раз, что позволяет, в большинстве случаев, отказаться от термокомпенсации ГТИ. В ГТИ применён широко распространённый “часовой” кварцевый резонатор на частоту 32768 Гц. Питание манипулятора осуществляется от одной “плоской” батареи гальванических элементов (КБСЛ, 3336, “Планета” и т.п.), гальванических элементов (316, АА) – 3 шт. или аккумуляторов АА – 3 шт., соединённых последовательно. Номинальное напряжение питания 3,6…4,5 В. Потребляемый ток составляет: с микросхемой делителя частоты ГТИ К561ИЕ16 – 1,63 мА, с HCF4040BE (К1561ИЕ20) – 2,53 мА при напряжении питания 4,1 В. Измерения проведены цифровым мультиметром М830В.

В [1-7] вопрос о ключевом устройстве, непосредственно манипулирующем передатчик, либо обойдён вниманием, либо рекомендуется использовать электромагнитное реле с малым током срабатывания. Каскады с реле потребляют дополнительный ток, требуют повышения напряжения питания и являются принципиально лишними, примерно, как накал в ламповых схемах. Если в последнем случае на современном уровне развития техники обойтись без подогрева катода сложно, а порой и опасно (если иметь в виду радиоактивные катоды), то в случае манипулятора обойтись без реле можно и вопрос о надёжности – спорный. В приводимом здесь манипуляторе приведена непосредственная манипуляция мощным ключевым транзистором, следует лишь соблюдать полярность тока в манипулируемой цепи и не превышать максимальных допустимых значений этого тока для ключевого транзистора. Присутствует и ещё одна проблема: в режиме насыщения ключевой транзистор обладает конечным сопротивлением, а это значит, что на его переходах будет падать часть напряжения питания передатчика, тем большая, чем больше ток в цепи манипуляции, так для КТ972 – до 1,5 В при токах

манипуляции близких к максимально допустимым для него (3…4 А). В принципе, все эти проблемы преодолимы: в первом случае можно предусмотреть соединитель, исключающий переполюсовку; во втором – использовать передатчики с манипуляцией в цепи смещения или в предварительных каскадах, а это значит: с малыми токами в манипулируемой цепи не превышать установленных нормами мощностей манипулируемых передатчиков при ключевании по цепям питания; в третьем случае решение проблемы – малые токи в цепи манипуляции и применение ключевых транзисторов с малым напряжением насыщения. Если ток в манипулируемой цепи не превышает 0,4…0,5 А, в качестве ключевого транзистора манипулятора можно применить КТ630Е, имеющий напряжение насыщения менее 0,3 В, при этом, возможно, потребуется подбор согласующих резисторов (R4 и R5 на **рис. 2**). Современные мощные МОП-транзисторы имеют напряжения насыщения в сотые доли вольта, но требуют высоких управляющих напряжений в цепях затворов, поэтому их применение пока сдерживается. Применение в манипуляторе транзистора КТ972 в качестве ключевого обусловлено относительно большим его максимальным допустимым током коллектора при малом токе базы, чтобы сильно не нагружать предстоящие элементы структуры КМОП, этому же способствует применение в качестве инвертора буферных элементов и параллельное их включение, что позволяет, в случае необходимости, подключать к ним транзисторы с большим током базы, т.е., имеется конструктивный запас по нагрузочной способности инвертора DD1.4…DD1.6. При необходимости, два буферных элемента могут быть использованы, например (для служебных целей), в генераторе прослушивания с пъезокерамическим излучателем при установке “лис”, проверке манипулятора на функционирование – для КТ972 в инверторе достаточно одного буферного элемента. Скептикам можно посоветовать, всё-таки, установить манипуляционное реле в корпусе передатчика, зашунтировав его обмотку диодом в обратной прохождению тока полярности и запитать, таким образом, через обмотку реле коллектор VT1 от источника питания передатчика (**рис. 4**).

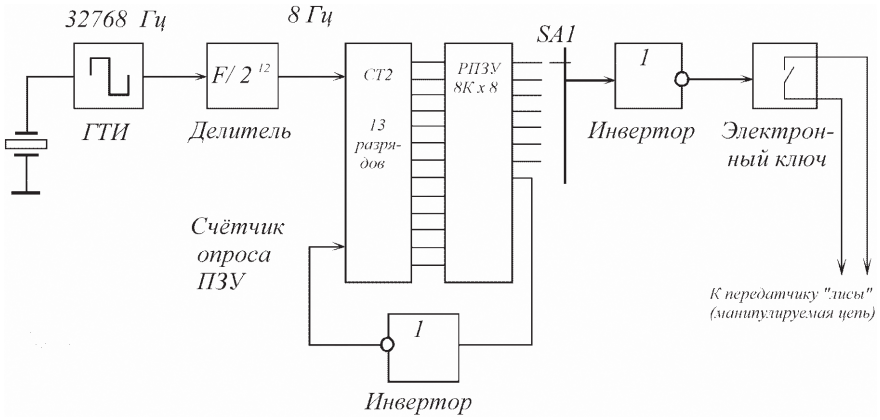

Рис. 1. Блок-схема манипулятора

Итак, кварцевый ГТИ вырабатывает импульсы с частотой следования 32768 Гц (**рис. 1**), двенадцатиразрядный двоичный счётчик делит эту частоту до 8 Гц, и таковая является тактовой для служебного счётчика опроса ПЗУ, который подаёт

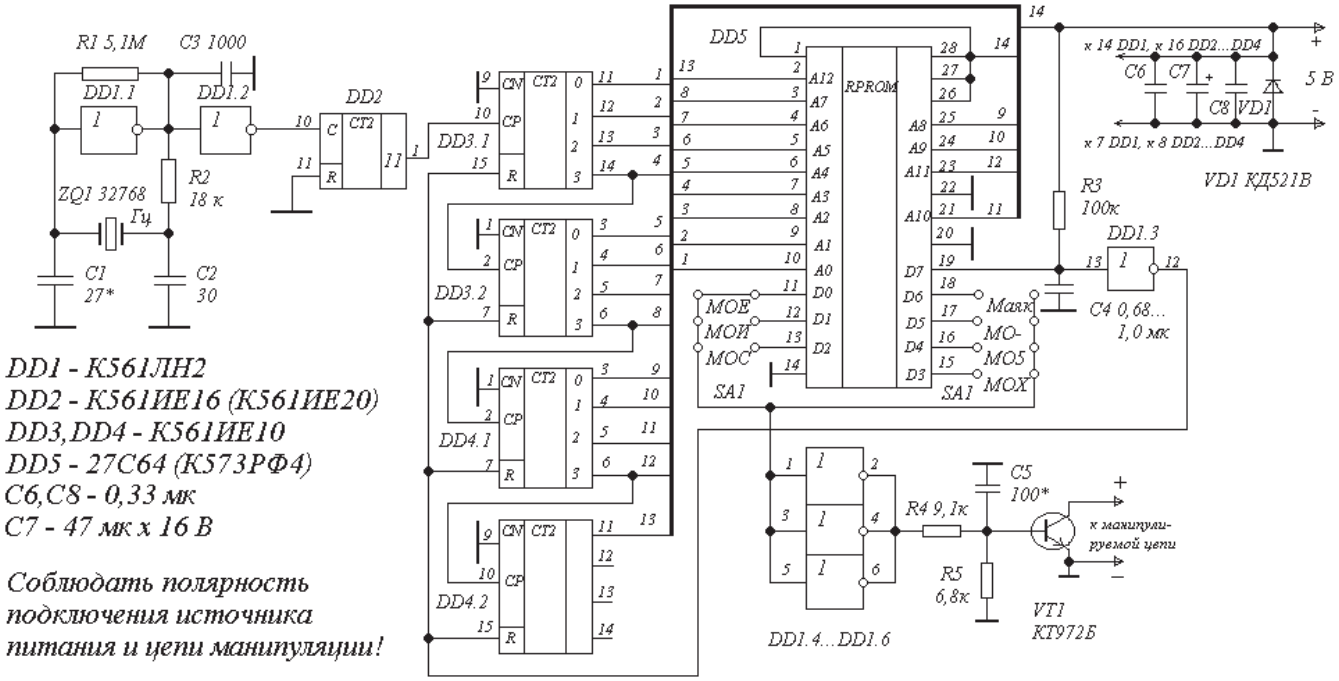

Рис. 2. Манипулятор позывных “лисы”. Схема принципиальная электрическая

комбинацию двоичных сигналов выбора соответствующей ячейки ПЗУ на адресные входы ПЗУ. В соответствие с "прошивкой" ПЗУ, на том или ином выходе данных (на той или иной шине данных D0…D7), строго в определённые промежутки времени появляются низкие (активные) логические уровни (логические "нули"), которые через переключатель выбора того или иного номера "лисы", маяка (шина D7 используется для служебных целей для сброса по окончании пятиминутного цикла) и инвертор управляют ключевым транзистором, открывая его и, таким образом, замыкая манипулируемую цепь.

Принципиальная схема манипулятора на ПЗУ приведена на **рис. 2**. Генератор тактовых импульсов (ГТИ) выполнен на буферном КМОП элементе DD1.1 с использованием кварцевого резонатора ZQ1 на частоту 32768 Гц. Резистор R1 определяет режим DD1.1 по постоянному току, резистор R2 и конденсатор C2 подбираются на устойчивость генерации в как можно более широком диапазоне питающих напряжений. Если это необходимо, подбором ёмкости C1 в небольших пределах изменяют частоту генерации (при требовании обеспечить идеальную точность – точная установка частоты генерации 32768 Гц), конденсатор C3 устраняет паразитную генерацию ГТИ на гармониках кварцевого резонатора и паразитное самовозбуждение ГТИ. При испытании без конденсатора C3 ГТИ возбуждался на частоте в шесть раз выше нормы и весь запрограммированный пятиминутный цикл манипулятора "проскакивал" за 50 секунд с большой скоростью манипуляции. Элемент DD1.2 – разделительный, буферный – ослабляет связь с последующим делителем частоты ГТИ двоичным двенадцатиразрядным счётчиком DD2, который понижает частоту ГТИ до 8 Гц. Эта частота является тактовой для служебного счётчика опроса ПЗУ, конструктивно состоящего из четырёх четырёхразрядных двоичных счётчиков DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2, логические уровни с которых подаются на соответствующие адресные входы ПЗУ A0…A12 DD5.

В исходном состоянии (после сброса счётчика опроса ПЗУ) на всех шинах данных D0…D7 присутствуют высокие "неактивные" логические уровни (логические "единицы"). В соответствие с "прошивкой" ПЗУ, низкие "активные" логические уровни будут появляться на той или иной нескольких шинах данных. С помощью переключателя SA1 (или, в простейшем случае, с помощью проволочной перемычки) к одной из шин данных, кроме D7, подключается комбинированный инвертор DD1.4…DD1.6 и, через него, ключевой транзистор VT1. Инвертор DD1.3 используется в цепи сброса служебного счётчика опроса ПЗУ для установки последнего в исходное состояние. При включении питания манипулятора конденсатор C4 разряжен, на входе DD1.3 (вывод 13) – логический "ноль" , на его выходе (вывод 12), а значит и на шине сброса – логическая "единица" – происходит установка счётчика опроса ПЗУ в исходное ("нулевое") состояние – сброс, счёт отсутствует. По мере зарядки конденсатора C4 через резистор R3 от источника питания манипулятора, уровень на входе DD1.3 становится равным логической "единице", а на выходе и шине сброса – логическому "нулю". Счётчик опроса начинает считать. К этому времени все переходные процессы в микросхемах, связанные с изменением напряжения питания в момент включения (от нуля до полного напряжения источника питания) манипулятора уже закончатся. ГТИ на DD1.1 начнёт генерировать импульсы с частотой, определяемой кварцевым резонатором ZQ1 – 32768 Гц, которые, пройдя через буфер DD1.2, инвертируются и подаются на счётчик DD2, где происходит деление частоты тактовых импульсов, которые теперь тактируют счетчик ПЗУ DD3, DD4 (управляют им). На выходах счётчика и соединённых с ними адресных входах ПЗУ D5, при этом, будут появляться комбинации высоких логических уровней (счётчик считает), которые позволяют последовательно передвигаться по ячейкам внутренней матрицы ПЗУ, считывая запрограммированную в ней при "прошивке" информацию и выводя её на шины данных в виде "активных" низких логических уровней и "неактивных" высоких. Если переключатель "выбора программ" SA1 находится в положении, указанном на схеме **рис. 2**, то вход инвертора DD1.4…DD1.6 будет подключен к шине данных D0 и, сразу же после включения питания манипулятора, ключевой транзистор VT1 будет в течение минуты замыкать и размыкать манипулируемую цепь передатчика "лисы", передающего, в этом случае, кодом Морзе позывной МОЕ, далее следует четырёхминутная пауза, в конце которой на шину данных D7, соединённую с

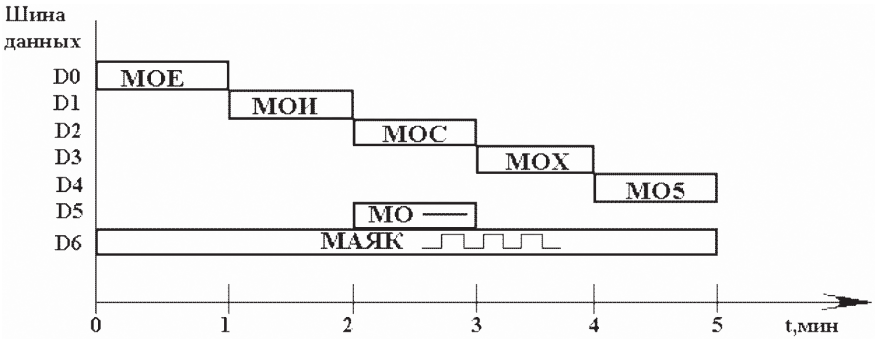

Рис. 3. Временная диаграмма рабочего цикла манипулятора

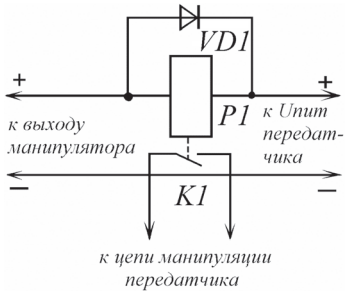

Рис. 4. Вариант "интерфейса" манипулятор – передатчик "лисы"

шиной сброса, поступает низкий уровень (логический "ноль"), счётчик опроса ПЗУ сбрасывается, и пятиминутный цикл работы манипулятора повторяется до тех пор, пока истощится или будет отключен источник питания манипулятора. Если с помощью SA1 подключиться к шине данных D1, то пятиминутный цикл начнётся с минутной паузы, далее, минуту идёт манипуляция позывного МОИ ("лисы" №2) и снова – пауза, теперь трёхминутная, сброс счётчика, начальная минутная пауза и снова позывной МОИ и т.д., согласно **рис. 3**, из которого видно, что "приводная лиса", располагаемая на финише трассы соревнований и имеющая позывной МО—, работает одновременно с "лисой" №3 (МОС), естественно, на другой частоте. При комплектации "лис" на каждой располагается один экземпляр описываемого манипулятора с установкой переключателя SA1 (или проволочной перемычки) в положение, соответствующее номеру "лисы" (по количеству точек в позывном, например), для синхронизации работы "лис", перед их развозкой по местам на трассе, одновременно включают все манипуляторы, а передатчики "запускают" в требуемое время на местах. Положение переключателя SA1 "Маяк", при котором вход инвертора DD1.4…DD1.6 соединён с шиной данных D6, обеспечивает непрерывную манипуляцию (импульсы со скважностью 2 – посылка равна паузе и по длительности соответствуют тире или трём точкам каждая). Такой режим бывает необходим при проверке и отлаживании манипулятора и приёмной аппаратуры радиоспортсмена, при тренировках, когда (при одной "лисе") нет необходимости в четырёхминутной паузе, также, при тренировках, переход с манипуляции обычного позывного на маяк может означать условно: тренировка закончена, выходите на меня, т.е., на сигнал маяка и т.п. Может сослужить службу такой режим и для обозначения места оставленной в лесу поклажи или машины, других объектов, постоянный контроль за местонахождением которых является необходимым.

Возможности разработки устройств на основе приводимого здесь манипулятора весьма широки. Если, например, ко всем семи (восьмая используется для сброса) шинам данных подключить мощные тиристорные ключи и перепрограммировать соответствующим образом ПЗУ, то можно получить неплохой переключатель гирлянд или светодинамическую установку: повторения комбинаций включения гирлянд, так раздражающее зрителя, можно будет дожидаться долго, если учесть, что полная ёмкость ПЗУ применённого типа составляет 8 К x 8 = 64 Кбит.

Если для тренировок в радиоориентировании требуется укороченный цикл работы "лис", то можно ввести ещё один переключатель и подключать ко входу счётчика опроса ПЗУ (вывод 10 DD3.1) выводы рядом стоящих более младших разрядов счётчика D2 (выводы 15,14). Если, в этом случае, на вход счётчика подключаются (только последовательно!) выводы 14, 15, 1 D2, то продолжительность цикла будет равна: общая, соответственно, 75, 150 и 300 секунд, передача позывного одной "лисы" – 15, 30 и 60 секунд, скорость передачи 120…160, 60…80 и 30…40 знаков в минуту, в зависимости от соотношения элементов в знаках позывных. Это переключение коэффициента деления будет полезным и в вышеупомянутом переключателе гирлянд, что позволит оперативно устанавливать темп светового сопровождения музыки, при этом число дополнительных положений переключателя целесообразно увеличить, подключив выходы последующих разрядов счётчика D2. Поскольку у ПЗУ семь рабочих шин данных, то можно, подключив к ним частотозадающие цепи звуковых генераторов, например, заставить манипулятор исполнять несложные мелодии в одноголосном и многоголосном варианте. Довольно большие потенциальные возможности у устройства при использовании его в качестве таймера: возможность переключения выходов счётчика D2, "прошивка" ПЗУ, тем более, сменного, семь программ на шинах данных ПЗУ, запасные три вывода счётчика опроса ПЗУ, которые можно сместить относительно адресных входов ПЗУ, можно и частотой ГТИ поварьировать, сделать ГТИ перестраиваемым плавно или дискретно. Возможно использование манипулятора в формирователе прямоугольных импульсов с заданной скважностью, особенно полезно такое построение формирователя там, где требуется циклическая последовательность импульсов с разной (переменной) скважностью, что упрощает электронное устройство, позволяет задавать скважность импульсов программно, менять оперативно семь программ, переключая шины данных и неоперативно сменой ПЗУ. Нельзя умолчать и о милом сердцу каждого, кто работает в эфире, особенно на УКВ, применении манипулятора на радиостанции для передачи позывного и некоторых стандартных фраз при работе, например, через метеоры, переключая запасные выводы ступеней деления счётчика D2 можно варьировать скорость передачи. Применение манипулятора для УКВ радиомаяка позволит не только запрограммировать его позывной, но и внести его QTH-локатор, традиционное для маяка "нажатие" и ещё какую требуется информацию, сформировать семь программ манипуляции и переключать их автоматически или неоперативно, вручную, при необходимости смену всей программы можно произвести довольно быстро сменой микросхемы ПЗУ, установленной на панели.

Конструктивно манипулятор собран на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 85x57,5x1,5 мм. Эскиз печатных дорожек с нижней стороны платы приведён на **рис. 5а**, вид со стороны установки деталей – на **рис. 5б**. Под микросхему ПЗУ установлена 28-контактная панель. В качестве переключателя SA1 можно установить на плату модульный переключатель-блок из восьми выключателей, имеющий выводы как у микросхем, но при этом следует помнить, что к инвертору может быть подключена только одна шина данных ПЗУ, значит,

необходимо сначала выключить включенную шину данных, а уж затем делать новое соединение. Таких проблем не возникает, если в качестве SA1 используется малогабаритный галетный переключатель, который следует соединить с платой проводами минимальной необходимой длины. Места соединения дорожек с верхней и нижней сторон платы на **рис. 5а** обозначены крестиками. Эти соединения необходимо выполнить до установки деталей на плату.

Применены резисторы МЛТ-0,25 (МЛТ-0,125), конденсаторы КМ, оксидный – К50-16, К50-35, К53-1. Диод VD1 выполняет функцию защиты цепей питания микросхем от импульсов отрицательной полярности при наводках РЧ, через обратное сопротивление и от статики, так что, установив диод, можно с большой долей уверенности запаивать микросхемы обычным паяльником, хотя меры защиты от статического электричества всё же желательны. Как говорится, бережёного… При производстве партии манипуляторов можно изготовить стендовый экземпляр с установкой панелек под каждую микросхему, где можно всё отработать, проверить микросхемы, “прошивку” ПЗУ (увы, в обилии программируемых HEX чисел порой встречаются ошибки), а уж потом всё перенести на платы серии манипуляторов. Кстати, установка микросхем на панели полностью снимает проблему статического электричества,

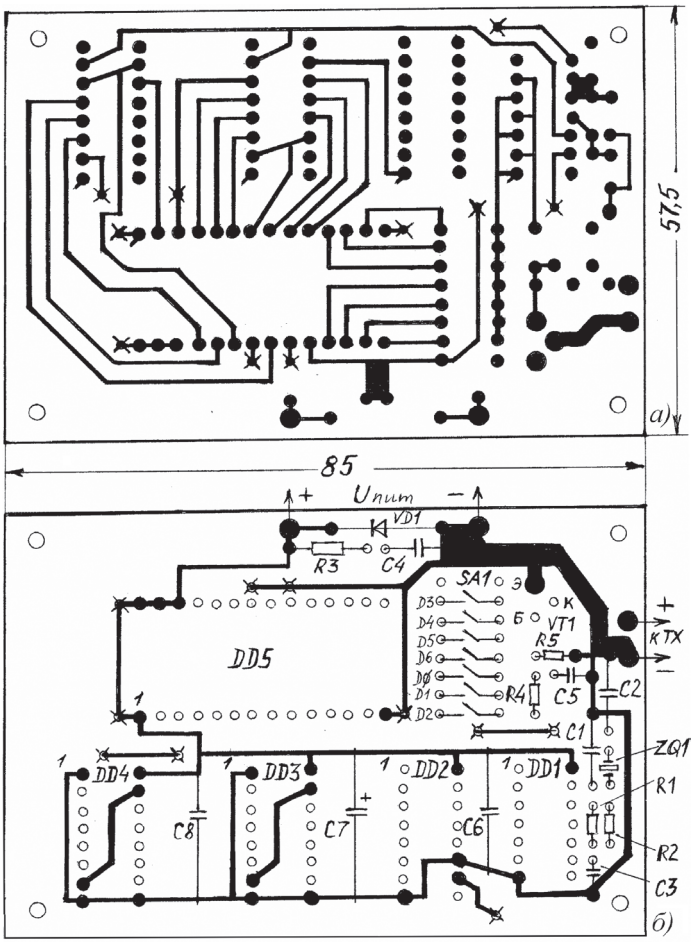

Рис. 5. Манипулятор. Эскиз монтажной платы:
а) вид со стороны печатных проводников;
б) вид со стороны установки деталей

кроме, конечно, атмосферного, во время грозы, например: сначала паяем панели обычным паяльником, затем вставляем в них микросхемы. Транзистор VT1 – КТ972 с любой буквой, при малых токах в манипулируемой цепи (до 0,4…0,5 А) целесообразно использовать КТ630Е, как имеющий пониженное напряжение насыщения и, из-за повышенного коэффициента усиления, меньше нагружающего предыдущие цепи, в крайнем случае, возможно включение 2…3 таких транзисторов параллельно, при этом следует подобрать транзисторы по идентичности характеристик – уравнивающие резисторы в этой схеме нежелательны. При трёх элементах в инверторе можно применять и КТ815, КТ817. Если использовать передатчик “лисы”, манипулируемый не по питанию, а методом “открывания-запирания”, т.е., в цепи смещения, в ключевом режиме, при постоянно подключенном к нему источнике питания, то требования по току манипуляции к транзистору VT1, естественно, снижаются, как и сечение соединительных с передатчиком проводов, падение напряжения на переходах открытого ключевого транзистора VT1, находящегося в режиме насыщения, могут быть учтены при наладке “лисы” в целом. Манипулятор может быть смонтирован в отдельном, защищённом от влаги и наводок корпусе или смонтирован вместе с передатчиком, в его корпусе.

Литература

1. О. Томсон, А. Гречихин. Электронные манипуляторыдля “лисы” и маяка. - Радио, 1982, №4, стр. 18…20.

2. А. Гречихин. Спортивная радиопеленгация в вопросах и ответах. - ДОСААФ СССР, 1985 г., стр. 51…57.

3. Д. Бахматюк. Компактная “лиса”. - Моделист-Конструктор, 1085, №5, стр. 43…45.

4. Ю. Иньшин, В. Бекетов. Датчик позывного радиомаяка. - Радио, 1982, №7, стр. 24.

5. В. Вениаминов, О. Лебедев, А. Мирошниченко. Микросхемы и их применение. - Радио и Связь, 1989 г., стр. 152…159.

6. В. Шило. Популярные цифровые микросхемы. - Радио и Связь. 1987 г.

7. С. Бирюков. Применение цифровых микросхем серий ТТЛ и КМОП. - Издательство ДМК, Москва, 1999 г.

Окончание в №5/2016

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: **ua9laq@mail.ru**

Манипулятор позывных “лисы” на ПЗУ

Окончание. Начало в №4/2016

Питание манипулятора можно осуществлять от отдельной батареи, тогда осуществляется наилучшая развязка от передатчика и нет ограничений по способу его манипуляции, особенно при полной изоляции от передатчика (общие провода раздельные). Питание от источника питания передатчика можно осуществить через маломощный параметрический или даже компенсационный стабилизатор, например, установив, вместо VD1 стабилитрон КС147А и последовательно в цепь питания манипулятора, например, от аккумуляторной батареи напряжением 12 В, резистор сопротивлением около 1,5 кОм. Напряжение питания манипулятора лучше поддерживать в пределах 3,6…4,6 В, при напряжении питания ниже указанного диапазона больше сказывается разброс параметров микросхем, что может привести к нечёткой работе манипулятора и снижается помехоустойчивость, при напряжениях выше указанного диапазона снижается экономичность манипулятора, появляется нагрев ПЗУ, хотя эксплуатировать манипулятор можно и в более широком диапазоне питающих напряжений (3,0…5,1 В). В процессе эксперимента мне удалось получить удовлетворительную работу манипулятора даже при напряжении питания 2,15 В.

В принципе, манипулятор обеспечивает заданные временные характеристики и без дополнительной настройки, но для людей, любящих повышенную точность (стиль жизни, веление времени) к выводу 8 DD1.2 следует подключить частотомер с достаточным входным сопротивлением и подбором ёмкости конденсатора С1 установить частоту ГТИ, точно равную 32768 Гц. Для использования в различных температурных условиях следует подобрать ТКЕ всех конденсаторов в ГТИ, применить герметизированный тип оксидного конденсатора развязки по питанию, работающий в широком температурном диапазоне, также следует пассивно термостатировать манипулятор, например, вместе с передатчиком полосками пенопласта, поместить в меховую, вязаную или брезентовую “варежку”. Сверху всю конструкцию “лисы” следует закутать в полиэтилен, а внутрь герметизированного манипулятора положить мешочек с силикагелем. Такая конструкция будет надёжно работать в любых погодных условиях.

Микросхемы, применённые в манипуляторе: DD1 – К561ЛН2, DD2 – К561ИЕ16, К(1)561ИЕ20, HCF4040BE, MC1440B, DD3, DD4 – К561ИЕ10, DD5 – 27С64, К573РФ4А. Там, где указано несколько типов микросхем, автором применены первые. На двух буферных элементах DD1.5 и DD1.6, при использовании в качестве VT1 транзистора КТ972, можно выполнить звуковой генератор для прослушивания работы манипулятора с выходом на пьезоизлучатель, в качестве инвертора, в этом случае, можно оставить один элемент DD1.4. Требования к VT1, в этом случае, – высокий коэффициент $h_{21Э}$.

Конструктору устройств на основе данного манипулятора следует помнить ещё о двух возможностях.

1. У счётчика опроса ПЗУ остаются незадействованными три ступени деления (выводы 12, 13, 14 DD4.2). Смещая подключение всех адресных входов ПЗУ на 1, 2 или 3 ступени деления (адресный вход А0 будет подключен, в данном случае, к выводам 11, 12 или 13 DD3.1, соответственно), можно получить считывание информации из ПЗУ, соответственно, в 2, 4 или 8 раз медленнее, что эквивалентно уменьшению частоты тактовых импульсов в такое же число раз, но это не даёт дополнительного повышения стабильности временных характеристик выходных импульсов манипулятора, как это происходит при делении по частоте тактовых импульсов ГТИ с помощью DD2, например. Применение микросхемы К561ИЕ16 позволяет, по сравнению с К(1)561ИЕ20, дополнительно применить ещё две ступени деления, т.е., ещё понизить частоту тактовых импульсов в 2 или 4 раза, подключением вывода 10 DD3.1 к выводам, соответственно, 2 и 3 DD2 – К561ИЕ16.

2. Ещё один способ уменьшения скорости манипуляции в целое число раз заключается в увеличении длительности программируемых посылок, например, “точка” будет длительностью не 1, а 2, 3, 4… бит, “тире” – не 3, а 6, 9, 12… бит, соответственно. Последний метод управления скоростью манипуляции, так же как и использование свободных выводов счётчика опроса ПЗУ, не даёт повышения стабильности временных характеристик импульсов на выходе манипулятора, но позволяет использовать промежуточные коэффициенты деления, чего нельзя получить от двоичных счётчиков без использования специальных дополнительных схем деления, получаемые коэффициенты деления эквивалентны уменьшению частоты тактовых импульсов в 2, 3, 4, 5, 6… раз, т.е., через единицу. Комбинацией вышеописанных способов можно, не найдя микросхему с большим коэффициентом деления DD2, использовать таковые с меньшим количеством разрядов или применить ГТИ с повышенной частотой. Комбинацией этих способов можно создавать на базе манипулятора неплохие таймеры, причём с набором программ и разными выдержками времени. Добавляя де-

лители, подобные DD2, можно получать выдержки времени до срабатывания в месяцы и годы, но об источнике питания таких устройств всё же придётся позаботиться, так как потребляемый ток составляет единицы мА.

Поскольку микросхема ПЗУ в манипуляторе съёмная, то можно сменой ПЗУ неоперативно менять программу. Программа, записанная в ПЗУ данного манипулятора, универсальна и позволяет, используя переключатель SA1, адаптировать манипулятор для работы с "лисой" с любым, предусмотренным "Положением о соревнованиях…" по радиоориентированию, позывным (см. **рис. 3**). Если ограничиться позывным одной "лисы" и программировать ПЗУ только для неё, то, имея под рукой семь возможных программ, можно включить в "прошивку" как обычный цикл работы: 1 минута – передача позывного, 4 минуты – пауза, так и укороченные, ускоренные циклы, в зависимости от количества применяемых "лис", также непрерывный цикл для работы с одной "лисой" или для тренировок начинающих и ряд циклов с различной "скважностью" – отношением времени работы к паузе. По мере приобретения навыков в ориентировании, время передачи "лис" можно уменьшать, а паузы увеличивать, оперативно переключая программы всё тем же переключателем SA1. В самом простом случае, можно запрограммировать цикл работы одной конкретной "лисы" и упразднить переключатель SA1, впаяв проволочную перемычку между входом инвертора и запрограммированной шиной данных (D0, например).

Немного о программировании ПЗУ. Каждый бит программируемой информации в ПЗУ описывается двухразрядным шестнадцатиричным (HEX) числом. "Непрошитая" матрица ПЗУ "заполнена" неактивными для выходных шин данных ПЗУ высокими логическими уровнями "единицами". При условии, что на всех шинах данных должны быть "единицы", для данного восьмиразрядного бита информации программируемое HEX число будет FF, что соответствует разомкнутой цепи манипулятора во всех "программах" – паузе. С другой стороны, если программируемое HEX число будет 00, то это будет означать, что на всех шинах данных будет логический "ноль", что соответствует замыканию манипулируемой цепи (нажатию ключа) во всех "программах", однако, шина D7 ПЗУ используется и в схеме сброса, поэтому программируемое число 00 является для манипулятора нежелательным – запрещённым, как и все первые цифры двухразрядного HEX числа, меньшие 8, например, 7F, которое используется в данном манипуляторе для сброса по окончании пятиминутного запрограммированного цикла с целью его повторения. Присутствие логического "нуля" на шине D7 ПЗУ ведёт к сбросу счётчика опроса ПЗУ, и манипулятор не будет работать, так как будет постоянно находиться в режиме сброса, если число 00 (и иже с ним, см. выше)

Таблица 1. Соответствие логических уровней на шинах данных ПЗУ манипулятора двухразрядным шестнадцатиричным (HEX) числам

Разряд HEX	**Старший**				**Младший**				**HEX число**	**Примечания**
"Вес"	**"8"**	**"4"**	**"2"**	**"1"**	**"8"**	**"4"**	**"2"**	**"1"**		
Логические уровни	1	1	1	1	1	1	1	1	FF	На всех шинах "1"
	1	1	1	1	1	1	1	0	FE	"0" на D0 (МОЕ)
	1	1	1	1	1	1	0	1	FD	"0" на D1 (МОИ)
	1	1	1	1	1	0	1	1	FB	"0" на D2 (МОС)
	1	1	1	1	0	1	1	1	F7	"0" на D3 (МОХ)
	1	1	1	0	1	1	1	1	EF	"0" на D4 (МО5)
	1	1	0	1	1	1	1	1	DF	"0" на D5 (МО—)
	1	0	1	1	1	1	1	1	BF	"0" на D6 (Маяк)
	0	1	1	1	1	1	1	1	7F	"0" на D7 (Сброс)
	1	0	1	1	1	1	1	0	BE	"0" на D0 и D6
	1	0	1	1	1	1	0	1	BD	"0" на D1 и D6
	1	0	1	1	1	0	1	1	BB	"0" на D2 и D6
	1	0	1	1	0	1	1	1	B7	"0" на D3 и D6
	1	0	1	0	1	1	1	1	AF	"0" на D4 и D6
	1	0	0	1	1	1	1	1	9F	"0" на D5 и D6
	1	1	0	1	1	0	1	1	DB	"0" на D2 и D5
	1	0	0	1	1	0	1	1	9B	"0" на D2, D5 и D6
Шина данных	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		

Примечание: логический "0" на шине данных ПЗУ соответствует замыканию манипулируемой цепи – "нажатию".

будет запрограммировано первым.

Для наглядности программирования двухразрядное шестнадцатиричное (HEX) число следует представить в виде двоичных логических уровней разрядов "весового" кода 1-2-4-8. В **таблице 1** приведено соответствие для данного манипулятора разрядов "весового" кода и шин данных ПЗУ и соответствие HEX кода (младшего и старшего его разрядов) уровням двоичного кода в "весах". В таблице приведены только те коды, которые используются при программировании ПЗУ данного манипулятора, при необходимости таблица может быть легко дополнена.

Если необходимо, например, получить "ноль" на шине D0 ПЗУ (при положении SA1, указанном на схеме **рис. 2**) и получить "нажатие" в манипулируемой VT1 цепи, то записываем для этой шины в **таблице 1** – вторая строка. После этого складываем числа "весов" {при этом цифра "веса" разряда, где записан логический "нуль", обращается в нуль (отдельно в младшем и старшем разрядах HEX числа)). Переводим получившуюся сумму в "весах" в HEX код, не забывая о том, что его младший разряд записывается справа, а старший – слева. В нашем примере: младший разряд – сумма:

0 + 2 + 4 + 8 = 14 = E HEX

Старший разряд – сумма:

1 + 2 + 4 + 8 = 15 = F HEX

Программируемое HEX число: FE.

Для получения "нажатия" одновременно на шинах D2, D5, D6 (последняя строка **таблицы 1**) – сумма в младшем разряде:

1 + 2 + 0 + 8 = 11 = B HEX

Старший разряд – сумма:

1 + 0 + 0 + 8 = 9 = 9 HEX

Программируемое HEX число: 9B и т.д.

Таким образом, двухразрядным HEX числом мы запрограммировали 1 восьмиразрядный бит информации, в данном случае, 1 бит равен одной "точке" или паузе между элементами знака кода Морзе. Чтобы получить "тире", необходимо одинаково запрограммировать подряд три "точки", пять – для паузы между знаками в слове (здесь: в позывном), семь – между словами (позывными), длинное "нажатие" приводной "лисы" оценивается в 9 "точек", а сигнал маяка состоит из "тире" и пауз одинаковой длительности в 3 "точки". Сказанное справедливо при программировании на одной шине данных, если необходимо нажатие на нескольких шинах в разные моменты времени, то программируемые HEX числа будут различными (см. **таблицы 1** и **рис. 3**) на протяжение формирования, например, и одного тире.

Таблица 2. Перевод десятичных чисел "весов" в шестнадцатиричные (HEX)

Десятичные	HEX	Десятичные	HEX	Десятичные	HEX	Десятичные	HEX
0	0	4	4	8	8	12	C
1	1	5	5	9	9	13	D
2	2	6	6	10	A	14	E
3	3	7	7	11	B	15	F

Скорость "перебора" запрограммированных ячеек ПЗУ манипулятора составляет 480 бит/мин и обеспечивается частотой тактирующих счётчик опроса ПЗУ импульсов. Весь цикл манипулятора составляет 480 бит/мин x 5 мин = 2400 бит. Последним запрограммированным числом в этом цикле стоит 7F – при этом на шину данных ПЗУ D7 подаётся логический "ноль" и, так как эта шина соединена со схемой сброса счётчика опроса ПЗУ, то пятиминутный цикл работы манипулятора возобновляется. Остальная зона ячеек ПЗУ не используется, а, значит, в манипуляторе можно использовать и ПЗУ с ёмкостью 4 K x 8 = 32 Кбит. Программировать ПЗУ вручную, как это было в практике в восьмидесятые годы прошлого века, неудобно и утомительно, лучше всего использовать для этого специальные программы и делать это с помощью программатора, "привязанного" к персональному компьютеру.

Немного о РПЗУ с ультрафиолетовым стиранием: новые, непрограммированные микросхемы содержат неактивные для манипулятора, "запрограммированные" ультрафиолетовым стиранием ячейки памяти, состояние которых описывается двухразрядным HEX числом FF. С помощью программатора, подачей более высокого, чем напряжение питания микросхемы ПЗУ, напряжения на выбранную ячейку, в неё заносится активный "нулевой" уровень для одной, двух или нескольких шин данных ПЗУ, который (которые) должен (должны) появиться на соответствующей шине (соответствующих шинах) в строго определённое время, обусловленное частотой генератора тактовых импульсов и строго на определённом такте. Запрограммированное состояние сохраняется в ПЗУ применённого типа неопределённо долго, но информация, записанная в ПЗУ, может быть случайно стёрта частично или полностью прямым излучением Солнца, ламп дневного света, лазеров и т.п. До конца ещё не изучено воздействие на ПЗУ рентгеновского и интенсивного радиоизлучения, сильного нагрева и т.п. Чтобы исключить прямое стирание информации, имеющееся в корпусе микросхемы ПЗУ окно после программирования заклеивают самоклеящейся плотной бумагой или лейкопластырем, на которых помечают, что записано в ПЗУ. В экстренных случаях окно ПЗУ заклеивают кусочком ПХВ изоленты. Если информацию в ПЗУ нужно сменить, то применяют предварительное стирание старой интенсивным ультрафиолетовым облучением кристалла ПЗУ через имеющееся в корпусе микросхемы окно. Существуют промышленные "стиралки", достать которые в любительских условиях крайне сложно, но таковую можно изготовить из лампы уличного освещения типа ДРЛ, осторожно удалив её внешнюю, покрытую люминофором колбу, которая светится вторичным светом под действием уль-

трафиолетового излучения внутренней части лампы. Перед стиранием следует положить микросхему ПЗУ на термостойкий изоляционный листовой материал окном вверх. Лампу следует закрыть колпаком из металла, образующим рефлектор, лучше с полированной отражающей поверхностью, с помощью которого экранируется излучение лампы во все стороны, кроме стороны с микросхемой. Достаточно жёсткое, по земным меркам, ультрафиолетовое излучение за 20…30 минут с расстояния 30…50 см "стирает" старую информацию из ПЗУ: все ячейки принимают состояние FF. Процесс записи и стирания для одного экземпляра ПЗУ можно повторять несколько десятков раз. Во время стирания корпус микросхемы сильно нагревается, запись следует производить только после полного его остывания до комнатной температуры, а при стирании её корпус не должен нагреваться выше максимально допустимой для данного типа микросхем температуры, обычно не выше 80…100 градусов. Многим известен аппарат ОКУФ, применяемый в процедурных кабинетах поликлиник, лампы ультрафиолетового излучения, применяемые для дезинфекции помещений, в соляриях, лазеры, применяемые на дискотеках – также могут применяться для стирания информации в ПЗУ. Время облучения и расстояние микросхема – облучатель подбираются экспериментально по полному стиранию старой информации (все ячейки FF, периодически следует проверять микросхему, считывая из неё информацию с помощью компьютерных программ, например) и недопущению перегрева корпуса микросхемы. Излучение можно концентрировать, направив его только на окно микросхемы, что лучше, чем греть всю микросхему, но, в некоторых случаях (крайне редко), при этом происходит растрескивание стекла, закрывающего окно микросхемы из-за температурного расширения материала.

Автор статьи – экс-капитан сборной Тюменской области по охоте на "лис", ныне – спортивное радиоориентирование, спортивная радиопеленгация, знаком с проблемой отсутствия аппаратуры для тренировок и проведения соревнований изнутри: приходилось выделять человека или несколько для манипуляции передатчиков "лис" вручную. И самому приходилось часами прятаться с передатчиком и в кустах, и в канавах, в кронах деревьев и т.п., ритмично, как дятел, отстукивая с помощью одной руки ключом единственное – позывной "лисы", а другой – потирая затёкшие места, а порой ушибы и ссадины, разгоняя надоедливых насекомых… Занятие это – утомительное и скоро надоедает. Значительно приятнее двигаться с приёмником – пеленгатором…

Позднее появились автоматические многодиапазонные "лисы". Может, и хорош такой агрегат, выпущенный ещё в советское время в г. Донецке (несколько экземпляров таковых имеется на Тюменской ОблСЮТ), да потребляет он 0,5 А в режиме молчания, т.е., столько "кушает" его манипулятор вместе с интерфейсом, в активном режиме (при работе передатчика) потребляемый ток увеличивается до 650 мА. Проблема питания таких аппаратов, действительно – проблема J, без стартерных автомобильных аккумуляторов не обойтись. Энергопотребление предлагаемого манипулятора на пару порядков ниже.

Следует заметить, что автору статьи, до сих пор, неизвестно, выпускается ли промышленностью где-либо и какой-либо чип, который можно было бы использовать в качестве манипулятора передатчиков "лис" или, хотя бы, в качестве его части. Хотелось бы иметь таковой, наподобие известных микросхем УМС-7, УМС-8, с помощью которых можно было бы с минимумом навесных деталей создавать малогабаритные стандартные манипуляторы. Если уж государство хочет "поднимать" военно-прикладные виды спорта и довести их до массовых, то можно было б и помочь спортсменам аппаратурой, хотя бы наладить производство таких чипов, в качестве варианта такого манипулятора может служить и предлагаемый прототип, кстати, хорошо поддающийся интеграции. Описанный манипулятор содержит минимум навесных деталей, разработан для радиокружка на Тюменской ОблСЮТ по заданию руководителя радиокружка Макарова Владимира Николаевича (RX9LN). При разработке платы манипулятора автор не стал добиваться минимальных её размеров: плата выполнена по ширине плоской батареи гальванических элементов и может, при желании, быть уменьшена.

Надеюсь, что описанный манипулятор создаст стимул к оснащению радиоспортсменов экономичными "лисами", а разработчиков компонентов подтолкнёт к созданию отдельного специального чипа – манипулятора передатчиков "лис".

При подготовке материалов в печать были выявлены ещё некоторые нюансы: на монтажной плате существует ряд печатных проводников с верхней и нижней стороны платы, выполняющих одни и те же функции, таковые были на отладочной плате для возможности паек с обеих сторон платы, не стал их удалять, они не мешают, могут быть соединены параллельно или удалены. Например, у диода VD1, резистора R3 и контакта подачи питания «+" имеются соединительные дорожки с той и другой стороны платы, можно оставить так, а можно с нижней стороны платы параллельные дорожки удалить. Поскольку микросхема ПЗУ установлена на панельку, паять под ней неудобно, и места паек с помощью перемычек перенесены на нижнюю сторону платы. Поскольку ключевой транзистор VT1 призван манипулировать токи, до трёх порядков большие, чем потребляет манипулятор, ширина дорожек на плате к транзистору выбрана большей, а их длина – меньшей. Резисторы, кроме R3, смон-

тированы “стоя”. Блок выключателей SA1 смонтирован прямо на плате, из восьми переключателей используется семь. Если в качестве SA1 используется малогабаритный галетный переключатель на семь положений (что лучше, чем выключатели, см. выше), то следует припаять к нему шины данных ПЗУ короткими проводами в порядке возрастания номеров шин D0, D1, D2, D3… Конденсатор C4 в цепи сброса можно использовать ёмкостью от 0,33 до 1,0 мкФ, но, желательно, одинаковой ёмкости для всей работающей одновременно партии манипуляторов (для улучшения синхронности работы в сети). Конденсатор C5 устанавливается в случае необходимости, в условиях сильных РЧ наводок, может быть использован для коррекции формы импульсов манипуляции или отсутствовать вовсе. Развязывающие по питанию конденсаторы C6…C8 и диод VD1 также помогают устранять последствия РЧ наводок, стабилизируя работу манипулятора. Конденсаторы C6…C8 припаяны сверху платы “внахлёст” без сверления отверстий. На схеме **рис. 2** указана максимальная ёмкость конденсатора C3.

Выражаю благодарность за консультации и помощь в разработке манипулятора Бучельникову Николаю Васильевичу.

Рисунки печатных плат (файл *lisa.zip*)вы можете загрузить с сайта журнала:

http://www.radioliga.com (раздел “Программы”)