

© Видавництво «Радіоаматор», 2004

Программаторы ПЗУ . . . . .	2
УМЗЧ на полевых транзисторах . . . . .	20
Индикаторы . . . . .	38
Справочник БР . . . . .	18, 36, 57
Полезная информация:	
MAX4297/MAX4295. Интегральный стерео (моно) УМЗЧ класса D с ШИМ . . . . .	37
Электронные наборы для радиолюбителей . . . . .	60
Книга-почтой . . . . .	63

1. Устраивает ли Вас содержание БР № 1, 2?  
ДА НЕТ

2. Если не устраивает, то в чем?

- мало информации
- низкий уровень информации
- высокий уровень информации

3. Ваши замечания:

---

---

---

---

## Программаторы ПЗУ

Многие приборы современной бытовой техники содержат в своей конструкции управляющие цифровые устройства, порядок работы которых определяется специальной программой. Кроме того, для работы таких устройств необходимы исходные данные и параметры, которые могут изменять течение программы в зависимости от установленного режима, внешних условий или конфигурации прибора. Все эти данные хранятся в устройствах памяти - постоянных запоминающих устройствах (ПЗУ), многие из которых для унификации сделаны программируемыми, чтобы один и тот же тип микросхем памяти использовать с разной прошивкой в разных приборах.

В радиолюбительской практике приходится иметь дело с заменой устройств памяти, после чего прибор, подвергшийся ремонту, не заработает, пока в память не будет записана необходимая информация. Допустим, в телевизорах существует сервисный режим, с помощью которого можно средствами самой конструкции ТВ восстановить необходимую информацию (см. БР № 1/2004), а как быть с приборами, у которых нет ни дисплея в виде телеэкрана, ни пульта управления, ни сервисного режима? Тогда программирование ПЗУ осуществляется с помощью программаторов, функции и схемы которых различаются в зависимости от того, что и как программируется.

На ранних стадиях использования программаторов они строились как функционально законченное устройство, в котором собственными средствами формировалась записываемая программа для последующей записи в программируемую микросхему ПЗУ. Можно было также собрать устройство для побитовой записи информации, которая была записана на каком-нибудь листике бумаги, а программатор только создавал необходимую последовательность адресации записываемой информации.

В настоящее время практически все, у кого возникает необходимость достаточно часто программировать микросхемы в практике ремонта или конструирования цифровых устройств, используют в качестве источника программируемой информации, дисплея и управляющего блока персональный компьютер (ПК). Подключается программатор к последовательному или параллельному порту и может конструктивно состоять или из одного блока,

обычно предназначенного для одного типа ПЗУ, или из базового блока и нескольких адаптеров, если программатор предназначен для разных типов ПЗУ или микроконтроллеров (МК).

Программатором при использовании ПК управляет специальное программное обеспечение, которое может

Блокнот "Радиоаматора" № 2


Обратный адрес, ФИО: _____
_____
_____

работать под DOS, Windows или другими видами операционных систем. Программы различаются также по типу интерфейса, наиболее удобными из которых являются интерактивные программы под Win95/Win98 и выше. Программу можно купить на радиорынке, скачать в Интернете или написать самому. Словом, все как в обычной радиолюбительской практике, только более дорогое удовольствие и более высокий уровень знаний.

Рассматривать практические схемы начнем с конструкции простого программатора С. Ростовцева (<http://radioland.by.ru/Schems/Digital/MC/24.htm>). Программатор представляет собой устройство, выполненное на одной плате и подключаемое через параллельный порт к компьютеру типа IBM PC. Программирование осуществляется специальной управляющей программой. Программа реализована как приложение для WIN95\WIN98.

Программатор может осуществлять запись следующих видов микросхем: 27C16 (K573PФ5), 27C32, 27C64 (K573PФ4), 27C128, 27C256 (K573PФ8), 27C512. Настройка на тип микросхемы осуществляется переключателями, находящимися на программаторе, а также программными средствами.

Принципиальная схема программатора показана на **рис.1**. Управление программатором осуществляется через LPT порт, который состоит из трех регистров:

- регистр данных D\_LPT0-D\_LPT7, через него передаются данные;
- управляющий регистр -STROBE, -AUTOFD, -INIT, -SLCTIN, сигналы этого регистра управляют передачей данных;
- входной регистр, через который принимаются данные из ПЗУ, для приема используются четыре разряда этого регистра -ERROR, SLCT, PE, -ACK.

Адресные регистры DD1, DD2 (555IP22) предназначены для установки адреса ПЗУ. DD1 устанавливает младшие разряды адреса, DD2 - старшие. Запись в эти регистры происходит через шину данных LPT по переднему фронту управляющих стробов -AUTOFD и -INIT соответственно.

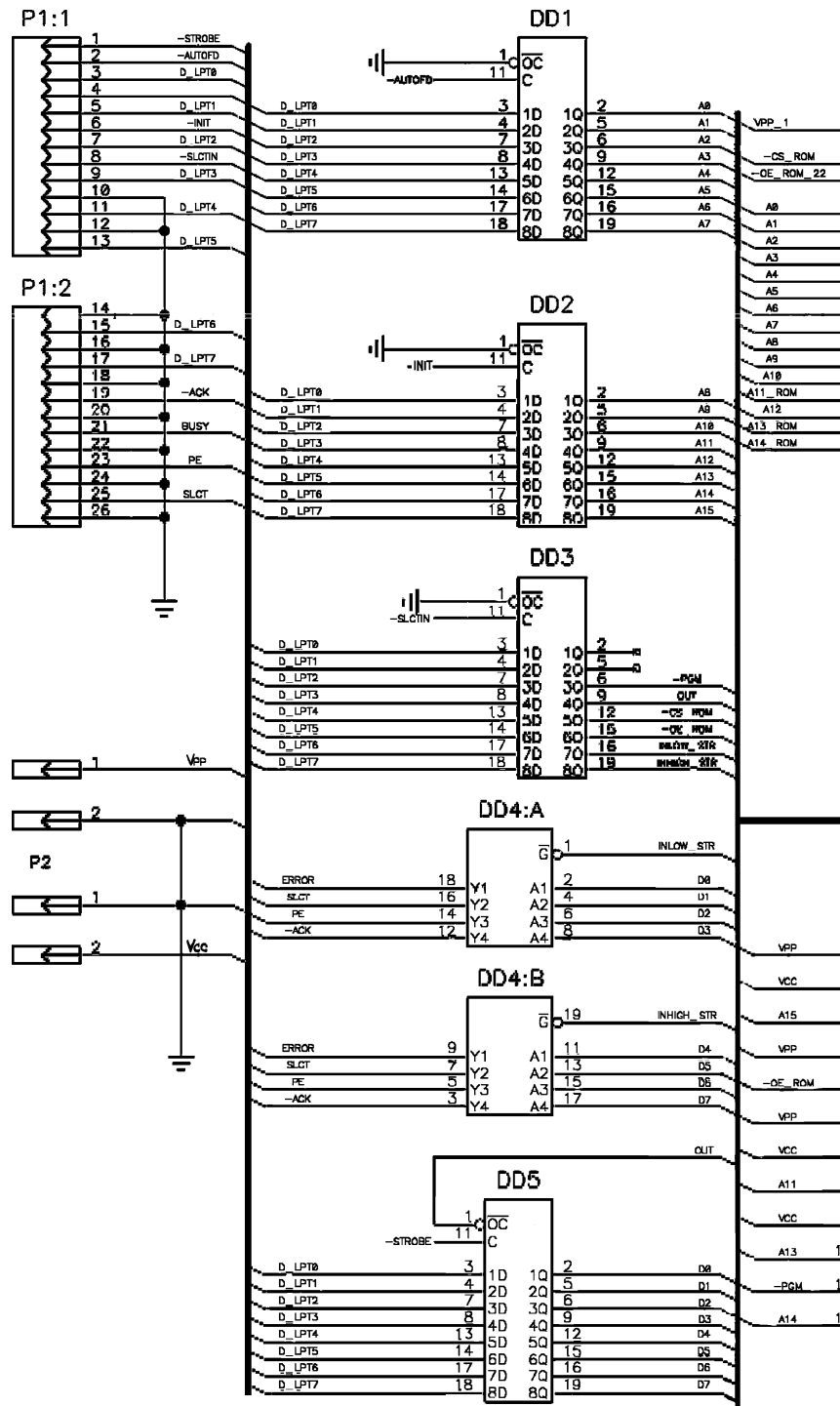
Регистр управляющих сигналов DD3 (555IP22) предназначен для выработки стробов, управляющих работой ПЗУ и шиной данных (**табл.1**).

Запись управляющего слова в регистр происходит через шину данных LPT по переднему фронту управляющего строба -SLCTIN.

Приемный буфер DD4 (555AP5) - два 4-хразрядных буфера, через которые принимаются данные из ПЗУ в IBM PC. Один принимает младшие 4 разряда данных, другой - старшие. Такое разделение сделано из-за того, что LPT имеет только 5 входных линий. Подключение буферов к входам LPT осуществляется стробами inlow\_str и inhigh\_str управляющего регистра DD3 (**табл.2**).

Регистр данных для записи DD5 (555IP22) - 8-миразрядный регистр данных. Этот регистр устанавливает данные для записи в ПЗУ.

Запись данных в него осуществляется через шину данных LPT по переднему фронту управляющего сигнала -STROBE. Состояние выходных



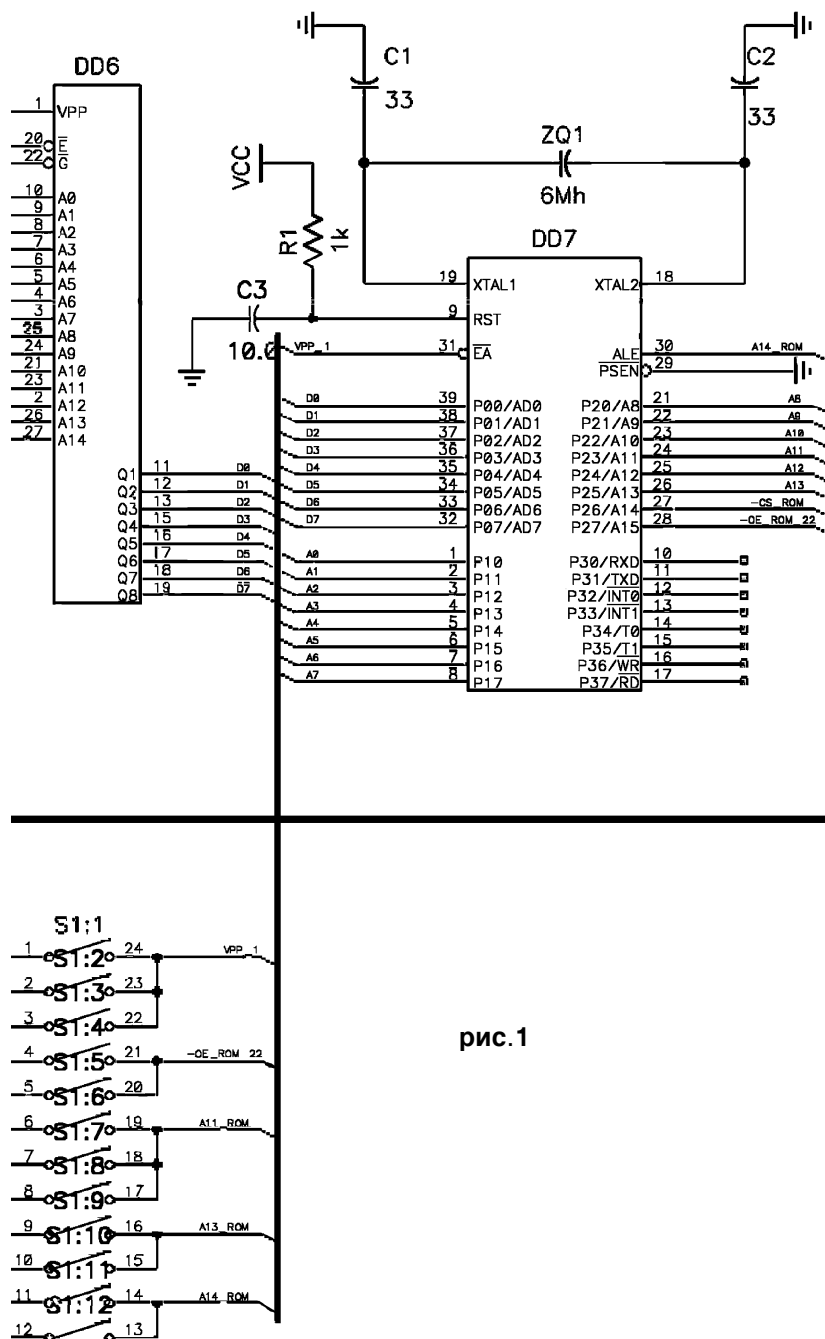


рис.1

Таблица 1

Адрес	Название	Функция строба
0	Не используется	-
1	Не используется	-
2	-PGM	Запись в ПЗУ
3	OUT	Подключение DD5 к ПЗУ
4	-CS_ROM	Запись в ПЗУ или выбор кристалла
5	-OE_ROM	Установка ПЗУ на запись/чтение данных
6	INLOW_STR	Подключение DD4.1 к LPT
7	INHIGH_STR	Подключение DD4.2 к LPT

Таблица 2

inlow_str	inhigh_str	LPT
0	0	Запрещенное состояние
0	1	D0-D3
1	0	D4-D7
1	1	Не определено

сигналов этого регистра зависит от строба OUT управляющего регистра DD3. При OUT=0 данные из регистра выводятся на шину данных ПЗУ, при OUT=1 выходы регистра находятся в высокоомном состоянии.

Конструктивно для установки микросхем на программаторе предусмотрено два посадочных места. Одно для микросхем ПЗУ, другое для микроконтроллеров МК51 (в управляющей программе нет). В качестве посадочных колодок были использованы обычные DIP-панели.

Напряжения питания и программирования подаются на разъём P2. Напряжение программирования следует устанавливать по техническим требованиям для каждого типа микросхем.

**Предупреждение!** Из-за того, что настройка на определенный тип микросхем осуществляется переключателями, включать устройства можно только после вставки микросхемы в панель и установки нужного положения переключателей.

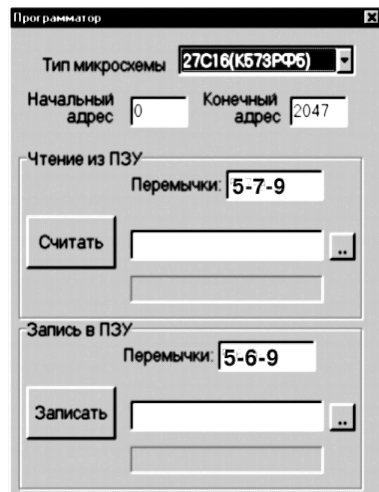
Программа написана на DELPHI3. Запись и чтение регистров LPT написаны с помощью ассемблерных вставок, поэтому под WINNT и WIN2000 программа работать не будет. Необходимые интервалы времени для установления и удержания стробов задаются выполнением определенного количества пустых циклов.

Внешний вид управляющей программы показан на **рис.2**.

Файл для записи в ПЗУ должен быть в готовом двоичном формате. Запись начинается с адреса, установленного в поле "Начальный адрес", и

заканчивается либо по окончании файла, либо когда значение адреса превысит значение, установленное в поле "Конечный адрес".

Порядок программирования:



1. Запустить управляющую программу;
2. Выбрать в программе тип микросхемы из списка;
3. Выбрать файл для записи в ПЗУ;
4. Установить переключатели на плате в соответствии с типом микросхемы;
5. Установить записываемую микросхему;
6. Подать на программатор напряжение питания и программирования;
7. Произвести запись.

Управляющую программу для этого программатора можно скачать на вышеуказанном сайте. Печатная плата показана на **рис.3**.

рис.2

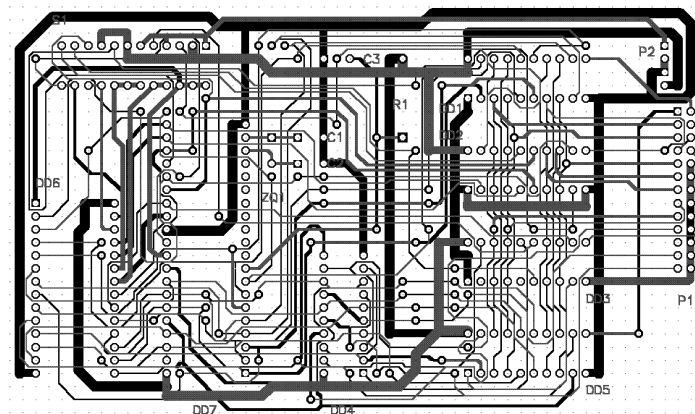


рис.3

---

## Программаторы ПЗУ

---

Информация о простом и недорогом программаторе микроконтроллеров PIC12XXX, PIC16XXX, PIC18XXX и микросхем FLASH памяти (EEPROM) получена на сайте <http://www.e-soliton.ru>. Он работает с микроконтроллерами PIC12CXXX, PIC12FXXX, PIC16C5X (параллельная загрузка), PIC16CXXX, PIC16FXXX, PIC18FXX2, PIC18FXX8, PIC18FXX20, PIC18FXX85, PIC18FXX39, PIC18CXX2, PIC18CXX8, с EEPROM различных фирм EEPROM с интерфейсом I<sup>2</sup>C 24CXX, 24LCXX, 24AAXX, 24KCXX, 24FCXX, 85CXX и др., EEPROM с интерфейсом SPI 25CXX, 25LCXX, 25AAXX и др., EEPROM с интерфейсом MICROWIRE 93CXX, 93LCXX, 93AAXX, 59CXX и др.

Для отладки устройств (или просто для обмена данными) используется встроенный в программатор отдельный и независимый электрический интерфейс RS-232C.

Программатор позволяет:

- загружать (программировать) HEX файл в память МК или EEPROM с попутной проверкой каждой загруженной ячейки и последующей проверкой загруженного файла при крайних значениях напряжения питания (только МК);
- сверять содержимое памяти МК или EEPROM с исходным HEX файлом во всем диапазоне напряжения питания (Vdd);
- проверять чистую память МК или EEPROM с отчетом о содержании ячеек идентификации и конфигурации;
- считывать память МК и EEPROM;
- для flash устройств стирать память программ, память данных, конфигурацию (снимать защищенный режим с очисткой памяти);
- при отладке программы в изделии обмениваться данными с ПК, в частности, реализовать точки останова в отлаживаемой программе, считывать и загружать регистры (возможности отладки зависят от отлаживаемой программы);
- подключить устройство, не имеющее специального интерфейса, к компьютеру для обмена данными через RS-232C на любых стандартных скоростях и форматах посылки;
- программирование в готовом устройстве;
- перед началом загрузки проверять загружаемый файл на наличие ошибок и сверять контрольные суммы строк.

Принципиальная схема программатора (**рис.4**) состоит из трех функциональных частей:

- центрального процессора на основе микроконтроллера PIC16C57. Он вырабатывает все логические сигналы, необходимые для взаимодействия с "подопытными" микросхемами, управляет источниками питания Vdd и Vpp и осуществляет связь с компьютером.

- модуля сопряжения программатора с компьютером, который преобразует электрические уровни сигналов центрального процессора в



соответствующие уровни для передачи по линии связи по протоколу RS-232C в обоих направлениях.

- источника напряжений питания +5 В для питания модуля сопряжения, MVdd (Master Vdd) для питания центрального процессора, Vdd для питания программируемой микросхемы, Vpp напряжение программирования.

Основная часть принципиальной схемы - это центральный процессор (ЦП). Он осуществляет обмен данными с ПК, вырабатывает все необходимые сигналы для выполнения операций программирования, чтения, проверки и т.д., а также управляет источниками Vdd и Vpp. Компьютер держит связь с программатором через один из своих COM портов, т.е. передача данных осуществляется по протоколу RS-232C.

Согласно этому протоколу, в линии связи логическому нулю соответствует уровень напряжения от +5 В до +15 В, а логической единице от -5 В до -15 В. Для преобразования уровней сигналов ТТЛ в RS-232C и обратно существуют специальные микросхемы. Широкую гамму таких микросхем выпускает фирма MAXIM. На одной из них и построен электрический интерфейс связи центрального процессора программатора с COM портом компьютера.

Микросхема MAX-232N питается от одного источника +5 В и содержит встроенные преобразователи напряжения +5 В -> +10 В -> -10 В. Логически же она представляет лишь две пары преобразователей уровня: 2 преобразователя ТТЛ -> RS-232C и 2 обратных. То есть с помощью одной такой микросхемы можно организовать 2 независимых канала связи, что и сделано. Второй канал может использоваться для наладки устройств на микроконтроллерах, получения данных от них или управления ими. Питание на MAX-232N поступает от источника +5 В.

Напряжение питания (+5 В) микросхемы MAX-232N используется также для ограничения минимального значения напряжения питания центрального процессора MVdd (MasterVdd). Напряжение питания Vdd "подопытного" микроконтроллера может изменяться в пределах от 2 В до 6 В, соответственно будут изменяться уровни его выходных сигналов и пороговые уровни входов. Чтобы эти сигналы оставались согласованными по уровням с центральным процессором, MVdd последнего повторяет Vdd, но только в диапазоне допустимых для PIC16C57C напряжений питания, т.е. от 3 В до 6 В. Когда Vdd ниже 3 В, MVdd остается на своем минимуме 3 В. Реализовано это следующим образом. Через VD2 (и R2) протекает ток от шины 16 В на шину Vdd, поэтому на аноде диода потенциал на 0,6 В выше, чем на его катоде (т.е. чем Vdd).

Таким образом, на базе VT2 действует напряжение Vdd+0,6 В, а на базе VT1 напряжение задается делителем R3, R5 и равно 3,6 В=3 В+0,6 В. Из этих двух транзисторов открыт тот, у которого выше напряжение на базе. Ну а напряжение на эмиттере открытого транзистора всегда на 0,6 В меньше чем на базе (для р-п-р транзистора все наоборот), то есть в точке соединения эмиттеров

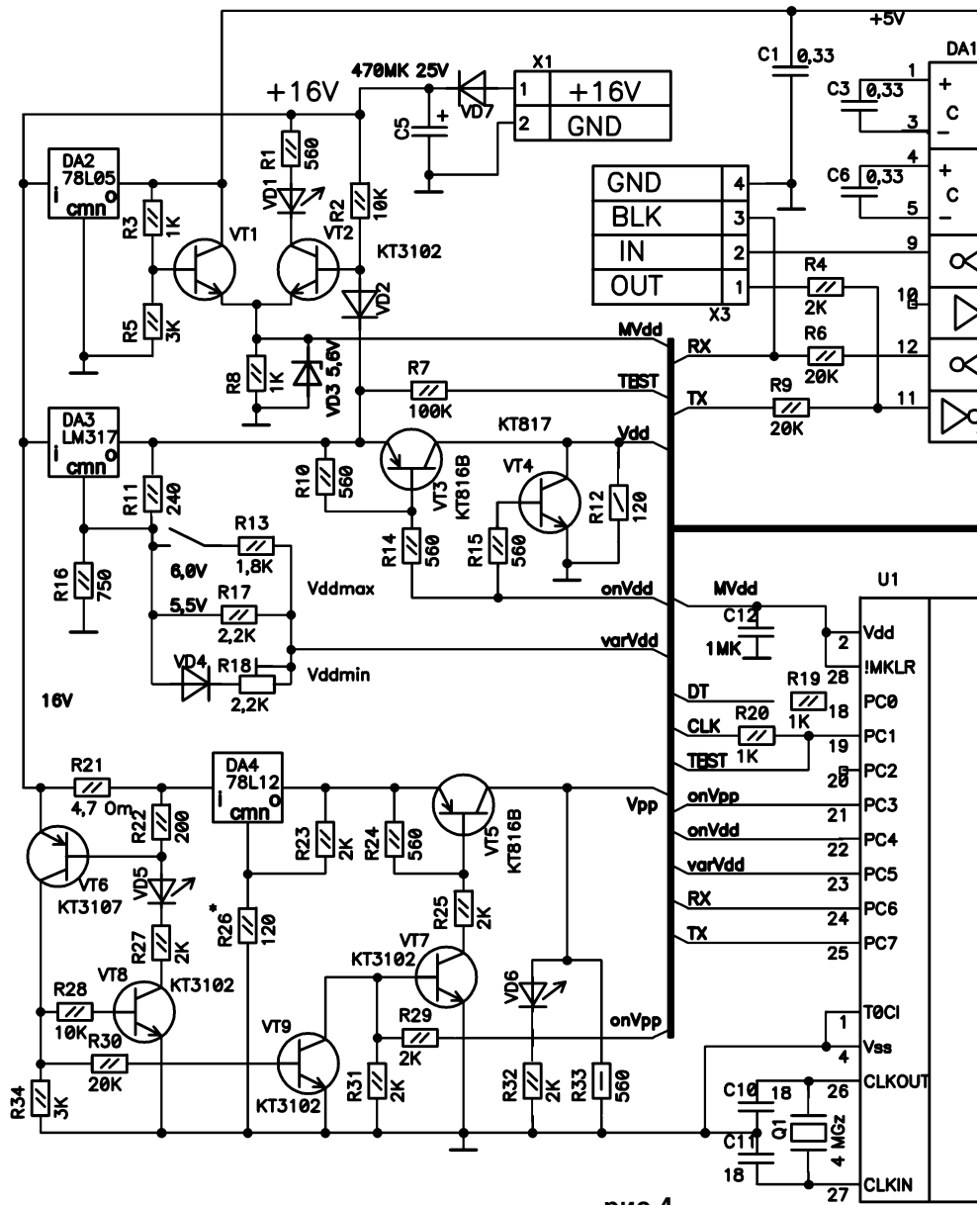


рис. 4



## Программаторы ПЗУ

---

VT1 и VT2 напряжение равно Vdd (или 3 В, если Vdd меньше 3 В).

При входе в режим программирования важен порядок подачи Vdd и Vpp относительно друг друга (для разных МК этот порядок различен). При программировании микроконтроллеров в программаторе никаких проблем не возникает. А вот при программировании в готовом устройстве, если его шина питания Vdd имеет блокировочный конденсатор большой емкости (микрофарады и более), то управлять моментом подачи и снятия Vdd в масштабе миллисекунд становится проблематично. Точнее, проблема заключается в медленном разряде этого блокировочного конденсатора. И вот, чтобы помочь ему быстро разрядиться, в схеме программатора имеется R12, шунтирующий цепь Vdd на общий провод. Чем меньше сопротивление R12, тем большую емкость блокировочного конденсатора программируемого устройства "потерпит" программатор. Но при этом возрастает и нагрузка на источник Vdd. В особых случаях R12 может быть заменен транзистором, для него место на плате предусмотрено. Однако нужно иметь в виду, что разряд большой емкости на низкое сопротивление может и дорожки платы программатора попортить, да и наводку дать достаточную для сбоя. Для программирования контроллеров в программаторе, R12 может быть и выше. Раньше был 560 Ом, 0,125 Вт, сейчас ставим 120 Ом, 0,25 Вт.

Транзистор VT3 в любом случае лучше применить мощный, при этом падение напряжения на нем < 100 мВ. Рекомендуется предусмотреть на плате место под транзистор VT4, но при выпуске программатора его не устанавливать. А если потребуются, то простой заменой R12 на VT4, можно увеличить скорость разряда блокировочного конденсатора программируемой платы.

Если на плате программатора установлен VT4, то включать программатор без центрального микроконтроллера нельзя, поскольку управляющий вывод ключа Vdd останется неподключенным, что вызовет открытие обоих транзисторов, перегрев их и источника. Чтобы этого избежать, нужно управляющий вывод ключа соединить с Vdd (ключ включен), либо с общим проводом (отключен).

В любой работе всегда может случиться оплошность, например, при программировании можно вставить не так или не ту микросхему или неправильно указать ее тип. При этом она запросто может быть повреждена напряжением программирования 13 В. Чтобы свести этот риск к минимуму, в источник Vpp программатора встроена триггерная защита по току. Технические условия на программаторы микроконтроллеров фирмы Microchip требуют, чтобы ток по шине Vpp был ограничен уровнем 100 мА. Однако при простом ограничении тока во время перегрузки напряжение Vpp снижается, а ток остается на уровне ограничения, т.е. примерно 100 мА, что вполне достаточно, чтобы вывести из строя, например, ограничительный диод входной цепи

ошибочно установленной микросхемы. Да и само снижение  $V_{pp}$  чревато тем, что программируемый МК может выйти из режима программирования, что повлечет уменьшение тока и восстановление напряжения  $V_{pp}$ , т.е. повторный вход в режим программирования, но со сброшенным счетчиком адреса и продолжением (а не возобновлением) загрузки. Триггерная же схема защиты в случае перегрузки просто выключает источник  $V_{pp}$  и зажигает индикатор.

Работа триггерной защиты. Триггер устроен на транзисторах VT6 и VT8. В исходном состоянии, когда ток, втекающий в стабилизатор DA4 (78L12), мал, оба транзистора закрыты и через коллекторные резисторы токи не текут. На эмиттере VT6 напряжение всегда неизменно и равно напряжению питания программатора. Ток течет от большего потенциала к меньшему, т.е. ток программирования, протекая по R21, создает на нем падение напряжения, которое понижает потенциал базы VT6. Если ток через R21 будет возрастать, потенциал базы будет снижаться, пока разность  $U_3 - U_6$  не достигнет 0,6...0,65 В - порога открывания транзистора. Открытие транзистора VT6 влечет за собой открытие транзистора VT8, коллекторный ток которого, протекая по цепи  $U_{вх}$ , R21, R22, VD5, R27, еще сильнее открывает транзистор VT6. Таким образом, при достижении входным током источника  $V_{pp}$  порогового уровня, триггер очень быстро переходит в активное состояние и остается в нем до тех пор, пока с программатора не будет снято напряжение питания.

Транзисторы VT5 и VT7 составляют коммутатор напряжения  $V_{pp}$ , который служит для подачи  $V_{pp}$  на программируемый МК по команде центрального процессора "onVpp". Транзистор VT9 запирает и блокирует коммутатор при срабатывании триггера защиты. Чтобы во включенном состоянии падение напряжения на ключевом транзисторе коммутатора VT5 не превышало 100 мВ, плотность тока через его переход К-Э должна быть невысокой, поэтому применен "сильноточный" транзистор (типа КТ816).

При наладке для начала нужно разобраться, как работает каждый из трех источников питания (+5 В,  $V_{dd}$  и  $V_{pp}$ ). Основу каждого из них составляет интегральный стабилизатор напряжения 78L или LM317, включенный по традиционной схеме. Но сперва рассмотрим простейшую схему включения трехвыводного интегрального стабилизатора.

Напряжение  $U_{ст}$  - это паспортное стабильное выходное напряжение микросхемы при входном напряжении, находящемся в пределах от  $U_{ст} + 1,5$  В до 35 В. Таким образом, напряжение между выходным и общим выводами трехвыводного стабилизатора всегда равно  $U_{ст}$ .

Для учета влияния тока, стекающего по общему выводу, у стабилизаторов серии LM317 этот ток не превышает 50 мкА, и в большинстве случаев их применения им вполне можно пренебречь. Для стабилизаторов серии 78L ток общего вывода имеет величину примерно 3 мА на холостом ходу и снижается до

---

## Программаторы ПЗУ

---

2 мА, при повышении тока нагрузки до 100 мА. Этот 1 мА, умножаясь на R2, приводит к снижению выходного напряжения с увеличением тока нагрузки.

При наладке источника Vdd нужно учесть, что ЦП переключает его выходное напряжение на одно из значений Vddmin, Vddmax или 5 В, коммутируя звено R17, R18, VD4 соответственно на корпус, шину питания или оставляя неподключенной (z-состояние коммутирующего вывода порта).

Источник Vdd рекомендуется настраивать в следующем порядке:

- открываем транзистор VT3, замкнув шину onVdd на корпус;
- подбором R16 устанавливаем Vdd=4,9...5,1 В;
- соединяем правый по схеме вывод звена R17, R18, VD4 с корпусом и, вращая движок R16, убеждаемся, что Vdd изменяется от 2 В до 3,6 В. Здесь нижнее значение Vdd определяется суммой: напряжение на открытом транзисторе порта ЦП (<0,2 В), напряжение на диоде VD4 (0,6...0,7 В), напряжение стабилизатора (1,2...1,3 В). Верхний диапазон Vddmin определяется R17;
- вращая движок R18 и измеряя напряжение на выводе 2 или 28 сокетов ЦП, убеждаемся, что MVdd не снижается ниже 3 В;
- подключаем звено R18, R17, VD4 на шину Vdd и подбором R17 устанавливаем Vdd=5,5...5,6 В;
- на штатной плате программатора, рядом с R17, имеется место для резистора R13, который перемычкой можно запараллелить с R17, чтобы повысить Vddmax с 5,5 В до 6 В. Его тоже нужно подобрать.

Порядок наладки источника Vpp и триггерной защиты:

- между шиной Vpp и корпусом включаем переменный резистор номиналом 200...300 Ом, установленный на максимальное сопротивление;
- подав +5 В на шину onVpp, открываем транзистор VT5;
- подбором R26 устанавливаем Vpp=12,8...13,0 В;
- уменьшаем R нагрузки до тех пор, пока не сработает триггер (при этом засветится светодиод VD4). Определяем ток срабатывания защиты. Он должен находиться в пределах 80...120 мА и устанавливается подбором R21;
- проверяем величину Vpp на холостом ходу и при токе нагрузки 50 мА. Его значение должно оставаться в пределах 12,8...13,2 В;
- триггер защиты должен срабатывать четко, и находиться в активном состоянии до снятия питания.

ЦП и электрический интерфейс RS-232C (MAX-232) наладки не требуют.

После наладки источников питания и проверки правильности разводки шин питания по контактам сокетов, можно вставить ЦП в его сокет, подключиться к компьютеру, запустить программу Moskit.exe и проверить выполнение операций. Для начала можно в списке программируемых микросхем указать любую микросхему и, не вставляя ее в сокет, выполнить операцию чтения. После нажатия кнопки "ЧТЕНИЕ" должно появиться предупреждение

"Возможно микросхема неправильно вставлена в сокет", после нажатия ОК произойдет чтение пустой сокет. Если эта операция будет выполнена, то, если нет ошибок в монтаже, остальные операции будут также выполняться.

Транзистор VT4 устанавливается дополнительно при возникновении проблем программирования в готовом устройстве из-за влияния блокировочных конденсаторов в цепи Vdd устройства. R33 может потребоваться в очень редких случаях, если цепь MCLR готового устройства имеет очень большую емкость (микрофарады). R13 установите только, если потребуются поднять Vddmax выше 5,5 В. VD7 - на ваше усмотрение для защиты от переплюсовки питания.

При сборке обе микросхемы (MAX232 и PIC16C57C) лучше посадить в сокеты. Необходимо установить две перемычки, на плате они обозначены пунктиром, в районе сокетов S1 и S3. На печатную плату нужно установить резистор R36 1 кОм между проводниками: 40-й контакт 40-ножечной сокет и вывод 18 процессора (DT), место под него предусмотрено, а добавлен он для упрощения разводки.

После сборки установить точные значения напряжений источников Vdd=4,9...5,1 В с помощью R16 и Vpp=12,7...13,2 В с помощью R26 и проверить правильность их раздачи на сокеты. Проверить напряжение питания mVdd=4,8...5,2 В и напряжение питания микросхемы MAX232 4,8...5,2 В. Проверить срабатывание защиты по току источника Vpp 80...120 мА, которая срабатывает, если неправильно вставить микросхему в сокет.

После того как убедитесь, что все напряжения питания в норме, вставьте в сокеты микросхемы MAX232 и PIC16C57C (прошитый), подключите программатор с помощью модемного кабеля к компьютеру, запустите программу Moskit.exe, выберите порт, к которому подключен программатор (окна редакторов в программе должны активироваться), включите питание программатора, в выпадающем списке выберите любую микросхему и запустите операцию чтения пустой сокет (вставлять микросхему не нужно).

При правильной сборке программатор сразу же полностью работоспособен и нормально обменивается данными со своей программой-интерфейсом.

Потенциометром R18 установите Vddmin=3 В и помните, что если Vddmin меньше, чем допускает программируемая микросхема, то при проверке или чтении (при Vddmin) данные могут искажаться.

Программы Moskit.exe (управляющая), Converter.exe (для копирования запрограммированных микросхем) и Terminal.exe (для обмена данными через СОМ порт компьютера) можно скачать на указанном выше сайте.

## Программаторы ПЗУ

Еще одна схема программатора, предназначенного для программирования ПЗУ EEPROM, выставлена на сайте <http://atprog.boom.ru>. По сути, вся схема - это адаптер, соединенный с параллельным портом ПК, а на его плате размещается программируемая микросхема.

Программатор позволяет программировать микросхемы памяти, имеющие последовательный интерфейс. Основное отличие данного программатора от аналогичных программаторов - алгоритмы программирования полностью определяются внешними программными модулями. Для написания модуля необходим только простейший текстовый редактор, т.к. внешний модуль - это просто текстовый файл. Компилятор файла встроен в программатор.

Программатор поддерживает программирование микросхем серии 24CXX: 24C01, 24C02, 24C04, 24C08, 24C16, 24C32, 24C64, 24C128, 24C256, 24C512; серии 93CXX: 93C46, 93C56, 93C66; серии SDA/SDE: SDE2516; серии 25CXX: 25C256; NVM3060.

Программатор может программировать те микросхемы, которые доступны радиолюбителю для проверки и отладки модулей. Поддержка новых микросхем не требует изменения программы. Достаточно только написать внешний модуль или модифицировать имеющийся.

Работает такая схема (рис.5) следующим образом. Порт управления принтерного порта используется как источник напряжения внутреннего питания

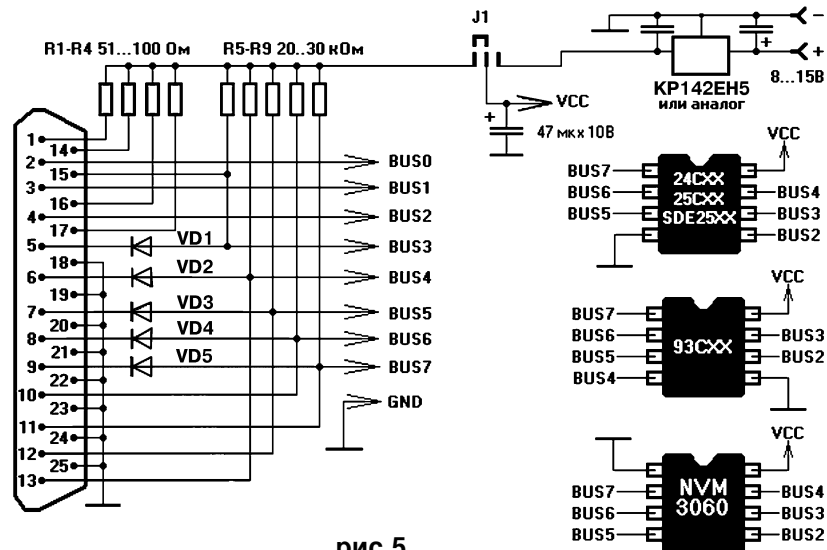


рис.5

программируемой микросхемы. В биты 0...3 порта управления (выводы 1, 14, 16, 17) программно записывается 1, напряжения с выводов суммируются на резисторах



R1...R4 и фильтруются конденсатором C1. Такая схема обеспечивает достаточный ток не для всех микросхем. Некоторые микросхемы (в основном старые) требуют внешнего источника питания +5 В.

Шины BUS0-BUS7 образуют шину программатора. Шины BUS3-BUS7 являются квазидвунаправленными. Уровень лог.“1” задается при помощи подтягивающих резисторов R5...R9. Чтобы выставить уровень лог.“0” на передачу, нужно в соответствующий бит порта данных принтера (выводы 5...9) записать “0”. Соответствующий диод открывается, и на шине появляется “0”. Чтобы шина работала как вход, нужно в бит порта данных записать “1”, диод будет закрыт и на работу схемы не влияет. В этом случае на этот провод шины может быть подан сигнал “0” внешним устройством. Этот “0” можно прочесть из порта состояния принтера. Одноименные биты порта данных и порта состояния объединены. Шины BUS0...BUS2 однонаправленные, работают только на передачу.

К линиям BUS0-BUS7 подключаются программируемые микросхемы. Микросхемы серий 24CXX, 25CXX, SDA/SDE2516 устанавливаются в одну и ту же панель, так как они имеют одинаковую разводку питания

Резисторы R1-R4 служат для выдачи напряжения питания на микросхему, если используется внутреннее напряжение питания. Внешнее питание подается, как обычно, через стабилизатор типа KP142EH5A. Переключатель J1 позволяет выбирать нужный источник питания: внутренний источник - слаботочный, используется обычно, внешний - сильноточный, требуется в основном для старых микросхем типа SDA/SDE25xx, NVM3060 и др.

Программу для управления работой программатора и необходимый набор модулей для программирования указанных микросхем, а также файл помощи для программы можно скачать на вышеуказанном сайте или по адресу <http://wind.pro-hosting.com/~atprog/Chamel.zip>.

Дополнительно сообщаем адреса сайтов в сети Интернет, где можно найти другие схемы и программы для программирования как ПЗУ, так и МК. При этом хотим предупредить, что и в схемах, и в программах возможны ошибки, приводящие к полной потере работоспособности приборов. При этом авторы разработок предлагают свои услуги по продаже готовых и отлаженных ПО, документации и печатных плат.

<a href="http://www.jdm.homepage.dk/newpic0.htm">http://www.jdm.homepage.dk/newpic0.htm</a>	<a href="http://ln.com.ua/~dj-andy/index.htm">http://ln.com.ua/~dj-andy/index.htm</a>
<a href="http://atprog.boom.ru/index.html">http://atprog.boom.ru/index.html</a>	<a href="http://kitlab.chat.ru/index.htm">http://kitlab.chat.ru/index.htm</a>
<a href="http://www.jdm.homepage.dk/newpic.htm">http://www.jdm.homepage.dk/newpic.htm</a>	<a href="http://cnclab.da.ru/">http://cnclab.da.ru/</a>
<a href="http://schematicterrorist.da.ru/">http://schematicterrorist.da.ru/</a>	<a href="http://www.lancos.com/index.html">http://www.lancos.com/index.html</a>
<a href="http://elektronika.boom.ru/pager.html">http://elektronika.boom.ru/pager.html</a>	<a href="http://pic16f84.narod.ru/index.htm">http://pic16f84.narod.ru/index.htm</a>
<a href="http://prog-leon.narod.ru">http://prog-leon.narod.ru</a>	<a href="http://odpi.narod.ru/FILE/jdm_prog.rar">http://odpi.narod.ru/FILE/jdm_prog.rar</a>

Для тех, кто хочет уже сегодня иметь свой собственный программатор, в разделе “Электронные наборы для радиолюбителей” имеется комплект для сборки программатора МК фирмы Atmel (**стр.60**).

## Микросхемы ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием

М/с	Аналог	Техн.	Емкость	Тва, нс	Упит, В	Ip, мА	Ipx, мА	Вых.	Рис.
K573PФ1	2708	нМОП	1К*8	450	+12/ 5% +5/ 5% -5/ 5%	70 45 15		Зс.	3
K573PФ2	2716	нМОП	2К*8	450	+5/ 5%	80		Зс.	3
C573PФ2	2716	нМОП	2К*8	450	+5/ 10%	110		Зс.	3
K573PФ3	Б/А	нМОП	4К*16	400	+5/ 5%	85		Зс.	2
K573PФ3А	Б/А	нМОП	4К*16	550	+5/ 5%	85		Зс.	2
K573PФ4А	Б/А	нМОП	8К*8	300	+5/ 5%	70		Зс.	1
K573PФ4Б	Б/А	нМОП	8К*8	450	+5/ 5%	70		Зс.	1
K573PФ5	2716	нМОП	2К*8	450	+5/ 5%	100	20	Зс.	3
K573PФ6А	2764	нМОП	8К*8	300	+5/ 5%	120	50	Зс.	1
K573PФ6Б	2764	нМОП		450	+5/ 5%	120	50	Зс.	1

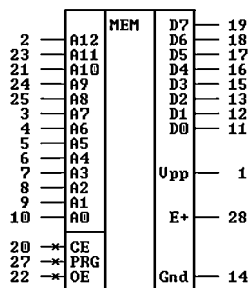


рис. 1

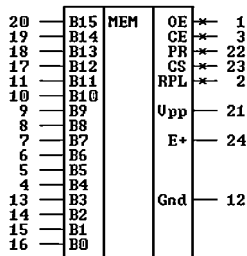


рис. 2

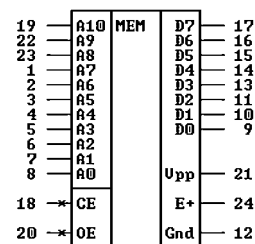


рис. 3

## Микросхемы электрически перепрограммируемых ПЗУ

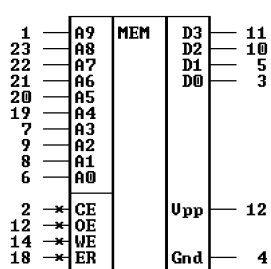


рис. 4

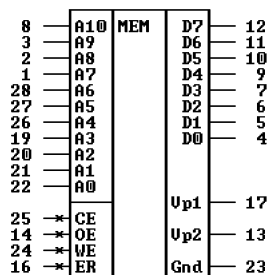


рис. 5

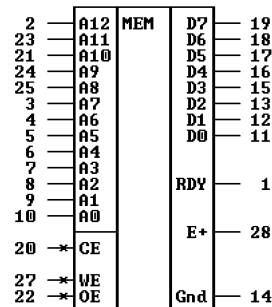


рис. 6

Обозн.	ф/а	Техн.	Емк.	Тва, нс	Еп, В	Іпо мА	Іпх, мА	Вых.	Рис.
KP558PP2A	HN48016	нМНОП	2К*8	350	+5/5%	100		Зс.	7
KP558PP2Б	HN48016	нМНОП	2К*8	700	+5/5%	100		Зс.	7
KM558PP3	Б/А	нМНОП	8К*8	430	+5/5%	80	20	Зс.	8
KP558PP4A	IMS3630	нМНОП	8К*8	300	+5/5%	90		Зс.	9
KP558PP4Б	IMS3630	нМНОП	8К*8	400	+5/5%	90		Зс.	9
K573PP2	2816	нМНОП	2К*8	350	+5/5%	110	55	Зс.	7
KC573PP2		нМНОП	2К*8	350	+5/5%	110	55	Зс.	7
KC573PP2A		нМНОП	2К*8	350	+5/5%	110	55	Зс.	7
KP1601PP1	ER2401	рМНОП	1К*4	900	-12/5% +5	40	15	Зс.	4
KP1601PP2	NC7010		512*2	1200				Зс.	7
KP1601PP3	Б/А	рМНОП	2К*8	600	-12/5% +5	40		Зс.	5
KM1609PP1	2816	нМНОП	2К*8	350	+5/5%	90	35	Зс.	6
KM1609PP2A	2864A	нМОП	8К*8	300	+5/5%	100	60	Зс.	6
KM1609PP2Б	2864A	нМОП	8К*8	450	+5/5%	100	60	Зс.	6
KP1801PP1Б		нМНОП	4К*16	550	+5/5%	85	40	Зс.	2
AT24C01, AT24C02		нМНОП	64К*8	300	-2,7... 1,8 В	2	0,01		10

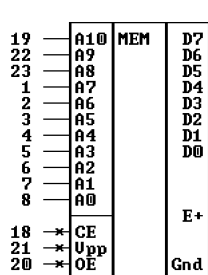


рис. 7

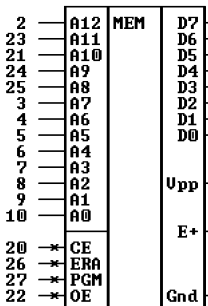


рис. 8

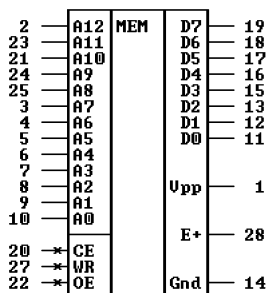


рис. 9

Контакт	Функция
A0 - A2	Входной адрес
SDA	Поток данных
SCL	Синхроимпульсы
WP	Блокировка записи
Vcc, GND	Питание, масса

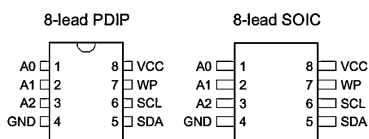


рис. 10

## УМЗЧ на полевых транзисторах

Среди радиолюбителей вот уже более 40 лет, с тех пор, как на смену лампам в звуковоспроизводящей аппаратуре пришли биполярные транзисторы, продолжаются дебаты о том, что так называемое “ламповое” звучание превосходит по восприятию “транзисторное”, а в доказательство или опровержение этого приводятся многочисленные схемы линейных, ультралинейных, с нулевыми искажениями и т. п. УМЗЧ. С появлением полевых транзисторов любители высокого качества звука увидели в них соединение компактности и хороших эксплуатационных качеств биполярных транзисторов со способностью управлять входным напряжением током выходного сигнала, как у ламп.

Добиться желаемого, как оказалось, было совсем непросто, иначе большинство усилителей сегодня уже были бы на полевых транзисторах (ПТ), однако процесс освоения схем усилителей на ПТ уже набрал необходимый темп, и у нас есть возможность проанализировать некоторые наиболее характерные из имеющихся схем.

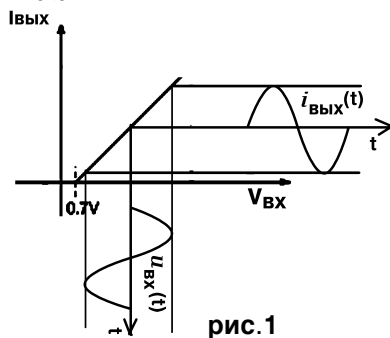


рис.1

Но для начала освежим в памяти некоторые сведения из теории режимов работы активных элементов в двухтактных выходных каскадах УМЗЧ. При работе в классе А (рис.1) транзисторы работают на линейном участке входной вольтамперной характеристики, что позволяет избежать нелинейных искажений и обеспечить высокую верность усиленного сигнала (Hi-Fi). Этот положительный момент оборачивается своей противоположностью, когда речь идет об эффективности работы такого каскада. К.П.Д. каскада определяется как

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{потр}}} = \frac{1}{2} \left( \frac{V_m I_n}{2V_m I_n} \right) = 0,25$$

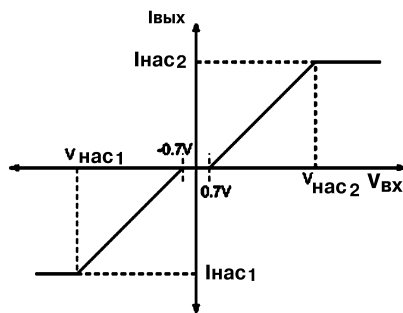


рис.2

где  $V_m$ ,  $I_n$  - амплитуды напряжения и тока в нагрузке, то есть даже теоретически К.П.Д. не превысит 25%, а на практике он составляет не более 10-15%. Такой режим работы при больших мощностях превращает УМЗЧ в хороший нагревательный прибор, а при питании от батарей просто “сажает” их в рекордно короткие сроки.

В отличие от выше рассмотренного, класс В (рис.2) гораздо экономичнее, за что приходится платить значительным ростом искажений. Теперь формула К.П.Д. выглядит как

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{потр}}} = \frac{\left( \frac{V_m^2}{2R_H} \right)}{\left( \frac{2V_m^2}{\pi R_H} \right)} = 0,785,$$

где  $R_H$  - сопротивление нагрузки. В виду того, что в выходном каскаде, как правило, применяются транзисторы разной проводимости, при пересечении входным сигналом нуля за счет искривления нижнего участка входной характеристики в пределах около 0,7 В возникают

искажения типа “ступенька”. Как говорят в статистической радиотехнике, такие искажения эквивалентны тому, если бы в данной статье пропало бы каждое десятое слово!

Класс АВ позволяет уменьшить искажения типа “ступенька”, однако остаются искажения за счет отсечки выходного тока, при этом эффективность режима не намного лучше эффективности класса А, поэтому такой режим применяется редко, в основном в микросхемных усилителях небольшой мощности.

Выходные каскады УМЗЧ, работающие в классе D, более похожи либо на стабилизирующие, либо на управляемые ключевые каскады, чем на усилительные. В первом случае на вход каскада подается сигнал, значительно превышающий динамический диапазон входной вольтамперной характеристики, вследствие чего каскад переходит в насыщение (см. **рис.2**) и выходной ток остается постоянным весь период своего протекания в нагрузке. При этом К.П.Д. приближается к граничному значению - единице. Недостатком является появление в пределах полосы сигнала большого количества гармонических составляющих за счет ограничения исходного сигнала.

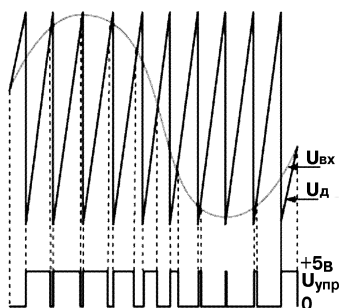


рис.3

Во втором случае, за счет существенного усложнения схемы, работа выходного каскада в классе D возможна без искажений сигнала за счет введения режима преобразования входного сигнала с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Как показано на **рис.3**, входной сигнал  $U_{вх}$  подвергается дискретизации с тактовой частотой  $U_d$ , превышающей граничную частоту сигнала, после чего в зависимости от величины амплитуды выборок сигнала изменяется длительность импульсов управляющей последовательности  $U_{упр}$ . Эти импульсы воздействуют на ключевой каскад выходного

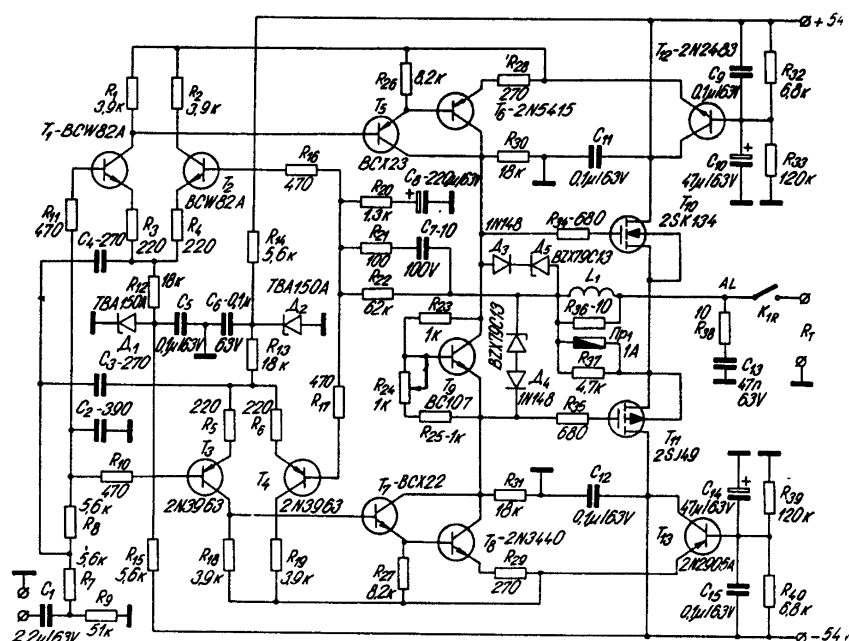
усилителя мощности, который передает в нагрузку синусоиду, эквивалентную входному сигналу за счет того, что она выделяется в выходном фильтре низкой частоты.

Таким образом, режим работы следует выбирать как компромисс между желанием достичь нужного качества усиленного сигнала и возможностью получить наименьшие искажения. Рассмотрим, как решается эта проблема в конкретных конструкциях УМЗЧ с ПТ в выходном каскаде.

## УМЗЧ на полевых транзисторах

Начнем рассмотрение с УМЗЧ, работающего в режиме класса А, как наиболее удовлетворяющего условию качественного воспроизведения, если потребление при этом не играет роли. Такую схему предложил Г. Ненов из Болгарии. Выходной каскад его усилителя построен на комплементарных КМОП транзисторах фирмы Hitachi, обеспечивающих 100 Вт выходной мощности при 8 Ом нагрузки.

Принципиальная схема УМЗЧ показана на **рис.4**.



**рис.4**

Автор использовал такие преимущества ПТ, как высокое входное сопротивление, большая граничная частота, значительный коэффициент усиления, устойчивость к перегрузкам. Параметры усилителя: диапазон частот 20...20000 Гц, коэффициент усиления 25 дБ, коэффициент нелинейных искажений при максимальной мощности 0,5%, максимальная мощность 100 Вт, напряжение питания биполярное 54 В.

Выходной каскад УМЗЧ состоит из двух идентичных дифференциальных усилителей, собранных на транзисторах Т1-Т2 и Т3-Т4 различной проводимости. Каскады охвачены местной ООС через R3-R6 для уменьшения искажений и расширения частотного диапазона. Использование дифференциального входного каскада позволяет уменьшить интермодуляционные искажения и подавить

## УМЗЧ на полевых транзисторах

пульсации питающего напряжения. Последнее обстоятельство, а также и то, что питающее напряжение достаточно большое, избавляет от необходимости в дополнительном стабилизаторе напряжения питания.

Второй каскад УМЗЧ представляет из себя пару транзисторов, включенных по схеме Дарлингтона. В каждом плече усиления использованы транзисторы различной проводимости: Т5-Т6 р-п-р, Т7-Т8 п-р-п. Коэффициент усиления каскада определяется соотношением величин сопротивлений в коллекторной и эмиттерной цепях и составляет  $R_{30}:R_{28}=65$ .

Катушка индуктивности L1 навита проводом ПЭЛ-1,3 мм на корпусе резистора R36, всего 30 витков. Транзистор Т9 предназначен для стабилизации режима выходных транзисторов по постоянному току, однако его вместе с резисторами R23-R25 можно заменить одним транзистором сопротивлением 220 Ом.

Выходной каскад на транзисторах Т10, Т11 собран по схеме с общим истоком. Входной сигнал на него поступает через ФНЧ, образованный сопротивлением резисторов R34, R35 и входной емкостью ПТ с частотой среза 150 кГц. Стабилитроны Д4, Д5 предназначены для защиты ПТ от перенапряжения при КЗ во входных цепях или пробое транзистора предыдущего каскада. Цепь общей ООС состоит из R20-R22 и С7-С8 и обеспечивает линейное усиление в полосе 5...50000 Гц.

На входе УМЗЧ стоит ФНЧ на R7-R11 и С2-С4, частота среза которого составляет 50 кГц при выходном сопротивлении предусилителя 10 кОм. При увеличении этого сопротивления частота среза уменьшается. Каскады на Т12, Т13 обеспечивают устойчивость работы выходных транзисторов в классе А, выступая в качестве электронных фильтров нижних частот.

Печатная плата УМЗЧ в масштабе 1:2 показана на **рис.5**.

Схема УМЗЧ с мощными полевыми транзисторами, представленная Я. Токаревым (<http://www.qrx.narod.ru>), отличается высокой температурной стабильностью, имеет малый ток покоя, не боится замыканий в нагрузку, достаточно устойчива и надежна. К особенности предлагаемой конструкции можно отнести ограниченный выходной ток и в связи с этим необходимость использования громкоговорителей с номинальным сопротивлением 8 или 16 Ом.

Характеристики усилителя: выходная мощность на нагрузке 8 Ом 32 Вт, чувствительность 1 В, входное сопротивление 20 кОм, коэффициент искажений при  $R_{\text{вых}} = 8 \text{ Вт}$  на частоте 20 кГц не более 0,015%.

Основное достоинство устройства — использование высокочастотных генераторных полевых транзисторов с горизонтальной структурой канала (КП904А).

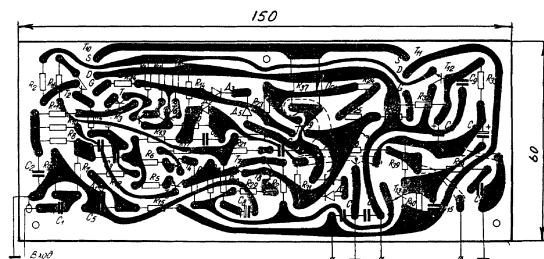


рис.5

## УМЗЧ на полевых транзисторах

Транзисторы серии КП904 перспективны в качестве усилителя напряжения, так как дают значительное линейное усиление и быстродействие при отсутствии эффекта насыщения. Благодаря их достаточно линейным характеристикам искажения в таком усилителе не имеют широкого спектра гармоник, который бывает с биполярными транзисторами. Сам усилитель охвачен общей ООС средней

глубины, которая на всех звуковых частотах практически не уменьшается. Коррекции "вперед" или "назад", вызывающие перегрузку на импульсном сигнале либо снижающие скоростные характеристики, в нем не использованы.

Принципиальная схема УМЗЧ представлена на рис.6. Входной сигнал после ФНЧ R2C1 приходит на один из входов дифференциального усилителя, выполненного на транзисторах VT1—VT4. Применение составных транзисторов повышает линейность входного каскада и его входное сопротивление. Генератор тока каскада выполнен на VT5; диоды VD2, VD3 и резистор R11 задают его ток, а резистор R12 улучшает симметрию плеч каскада на высоких частотах. Сам этот генератор питается напряжением, определяемым стабилитроном VD1. Дифференциальный усилитель при токе покоя 3 мА имеет спад коэффициента усиления на 1 дБ на частоте около 360 кГц (входная емкость последующего каскада около 300 пФ).

С выхода первого каскада противофазные

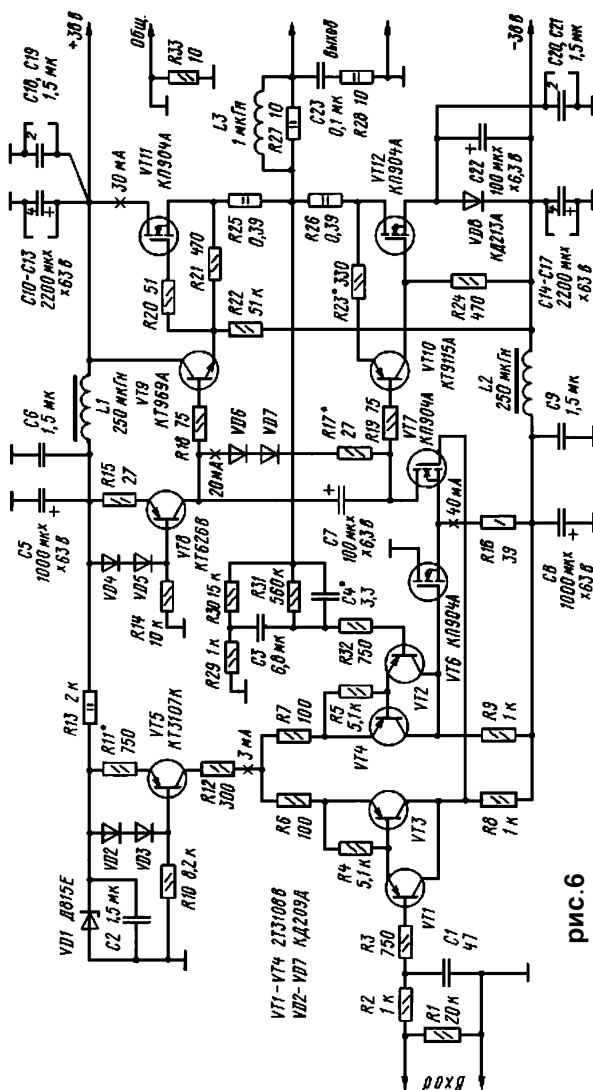


рис.6



сигналы подведены к затворам мощных полевых транзисторов VT6, VT7 второго дифференциального каскада — основного усилителя напряжения. Мощные транзисторы КП904А здесь использованы потому, что при токе стока VT7 20 мА они имеют высокую крутизну характеристики и большое усиление: на частоте 20 кГц — около 170. Каскад развивает напряжение до 25 В. Ток покоя подобран для обеспечения высокой скорости нарастания выходного напряжения и линейности.

С выхода усилителя напряжения сигнал поступает на затвор мощного транзистора VT11 через эмиттерный повторитель на VT9, а на затвор нижнего транзистора VT12 выходного каскада он приходит через фазоинверсный каскад, выполненный на VT10. Резистор R23 подобран таким образом, чтобы коэффициент передачи обоих плеч выходного каскада был строго одинаков.

Элементы R29—R31, C3 задают глубину ООС УМЗЧ по постоянному и переменному току, а конденсатор C4 использован для фазовой коррекции петли ООС. Элементы L3, C23, R27, R28 обеспечивают нормальную работу усилителя при комплексном характере нагрузки на высоких частотах.

Следует иметь в виду, что более дорогие транзисторы серии 2П904А, имеющие меньший разброс параметров, в описываемом усилителе целесообразно использовать во втором дифференциальном каскаде.

На схеме в цепи истока VT12 включен диод VD8, зашунтированный танталовым конденсатором C22. Эти элементы следует устанавливать лишь в том случае, если конкретный экземпляр VT12 КП904А будет иметь начальный ток стока выше 5 мА; в таком случае эта "подставка" будет просто необходима. Но все же гораздо лучше будет установить на место VT12 экземпляр с начальным током стока менее 5 мА, а транзисторы с большим током установить в верхнее плечо или дифференциальный усилитель.

При монтаже все выводы элементов и проводники надо стараться делать как можно короче, а силовые — толще. Важно, чтобы сток VT11 и исток VT12 (или диодная "подставка") были подсоединены непосредственно к выводам конденсаторов фильтра, длина проводников здесь должна быть минимальна.

Выходные транзисторы VT11, VT12 расположены на отдельных ребристых теплоотводах размерами 90х65х50 мм, использовавшихся в блоках строчной развертки МС-3 телевизоров. Толщина пластины теплоотвода 5 мм, и для крепления корпуса транзистора нужно только рассверлить отверстие диаметром 8,5 мм.

Транзистор VT8 также надо ставить на теплоотвод из дюралюминия размерами 40х25х2 мм, подложенные с обеих сторон монтажной платы и скрепленные винтом. При монтаже эти пластины оказываются соединенными с коллектором VT8, на котором действует напряжение большой амплитуды усиленного сигнала. Поэтому такой теплоотвод следует разместить подальше от входных цепей усилителя. Пластины можно изолировать от транзистора, но не стоит соединять их с общим проводом или корпусом, так как образуется значительная паразитная емкость нагрузки, которая может существенно снизить скорость нарастания выходного напряжения каскада.

## УМЗЧ на полевых транзисторах

Дроссели L1, L2 — Д 1-0,1 из серии ДПМ или аналогичные индуктивностью 200...500 мкГн на ток 100 мА. Катушка L3 намотана на резисторе МЛТ-2 (R27) виток к витку и содержит 20 витков провода ПЭВ-2 0,8 мм.

Подав питание, следует проверить, соответствуют ли режимы по постоянному току указанным на схеме. Ток второго дифференциального каскада (40 мА) в случае заметного отклонения можно изменять подбором резистора R11. Если напряжение на резисторах R8, R9 сильно отличается (более чем на 20%), это свидетельствует о существенном различии параметров транзисторов VT6, VT7; желательно подобрать их более точно. Выбором резистора R17 устанавливают ток покоя выходных транзисторов 30...40 мА.

Далее УМЗЧ нагружают на эквивалент нагрузки сопротивлением 8 Ом и, подав на вход с генератора 34 сигнал частотой 1 кГц и амплитудой 1 В, проверяют наличие на выходе синусоидального сигнала амплитудой около 16 В.

Далее, временно отключив конденсатор C1, подают на вход УМЗЧ через конденсатор К73-17 емкостью 1,5 мкФ сигнал "меандр" с размахом около 0,25 В и частотой 100 кГц; подбором конденсатора C4 добиваются минимальной амплитуды и длительности переходного колебательного процесса. После этой проверки конденсатор C1 устанавливают на место.

Более простая схема УМЗЧ за счет использования ОУ во входном каскаде предложена Д. Ивановым из Иваново. За свои характеристики этот УМЗЧ заслужил всеобщее признание и распространен в Интернет на многочисленных сайтах.

Основные характеристики: выходная мощность на нагрузке 4 Ом, 45 Вт (макс. 65), коэффициент гармоник не более 0,01%, входное напряжение 775 мВ, диапазон частот 20...100000 Гц.

Принципиальная схема УМЗЧ показана на рис.7. Входной каскад выполнен на ОУ DA1. Для увеличения амплитуды выходного напряжения применено управление выходными транзисторами УМЗЧ по цепям питания ОУ. Выходной сигнал снимается

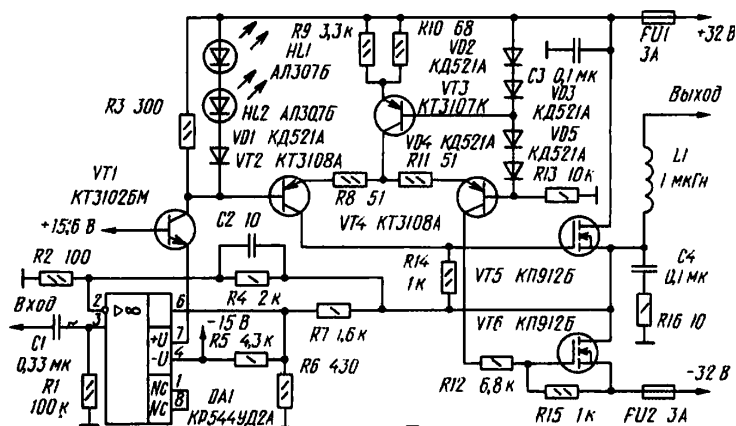


рис.7

с положительного вывода питания DA1 и через включенный по схеме с ОБ транзистор VT1 подается на один из входов дифференциального каскада на транзисторах VT2, VT4. На второй его вход поступает стабилизированное напряжение с делителя, образованного диодами VD2-VD5 и резистором R13.

В эмиттерные цепи транзисторов дифференциального каскада включен источник тока на транзисторе VT3, а их коллекторные токи управляют выходными полевыми транзисторами VT5, VT6.

Напряжение ООС снимается с выхода усилителя и через делитель R6R7 подается в цепь эмиттера выходного транзистора ОУ (вывод 6). Устойчивость охваченных петлей ООС каскадов обеспечивается благодаря тому, что все они, за исключением выходного, почти не усиливают ток (выходной каскад ОУ по отношению к сигналу ООС включен по схеме с ОБ, транзистор VT1 также включен по схеме с ОБ, коэффициент же передачи тока дифференциального каскада не превышает трех, поскольку он охвачен местной ООС, и его вход шунтирован резистором R3 сопротивлением всего 300 Ом), а полюса их АЧХ лежат на частотах по крайней мере в сто раз превышающих частоту полюса АЧХ выходного каскада.

Сочетание ООС, охватывающей группу каскадов, с местной ООС не только уменьшает возникающие в них искажения, но и позволяет использовать в качестве нагрузки дифференциального каскада резисторы, а не источники тока (конечно, при условии применения полевых транзисторов с пороговым напряжением не менее 3 В). Усилитель охвачен, кроме того, цепью общей ООС (R2, R4). Минимальная ее глубина (на частоте 20 кГц) составляет 40 дБ, максимальная (на низших звуковых частотах) превышает 73 дБ. Частотная коррекция по цепи общей ООС обеспечивается ОУ при замкнутых выводах 1 и 8, а коррекция по опережению — цепью R4C2, компенсирующей полюс АЧХ УМЗЧ, возникающий из-за влияния входной емкости каскада на полевых транзисторах.

Цепочка VD1, HL1, HL2 выполняет двойную функцию: индицирует перегрузку усилителя и уменьшает возникающие при этом искажения сигнала.

Термостабилизация тока покоя выходных транзисторов обеспечивается за счет тепловой связи (размещения на одном теплоотводе) транзисторов VT3 и VT5. При повышении температуры крутизна характеристики и ток стока полевых транзисторов уменьшаются. Ток же транзисторов дифференциального каскада увеличивается и компенсирует эту нестабильность. Причем относительное изменение тока дифференциального каскада при изменении температуры транзистора VT3 зависит от напряжения на его эмиттере или базе. Таким образом, подбирая число и тип диодов VD2, VD3, включенных между базой этого транзистора и плюсом источника питания, можно добиться того, что ток покоя выходных транзисторов практически не будет зависеть от их температуры.

В качестве предусилителя УМЗЧ использован усилитель с многополосным регулятором тембра, собранный по схеме, показанной на **рис.8**. ОУ DA1 является повторителем напряжения, согласующим регулятор громкости с входным сопротивлением второго каскада усилителя на ОУ DA2, выполняющего функции

## УМЗЧ на полевых транзисторах

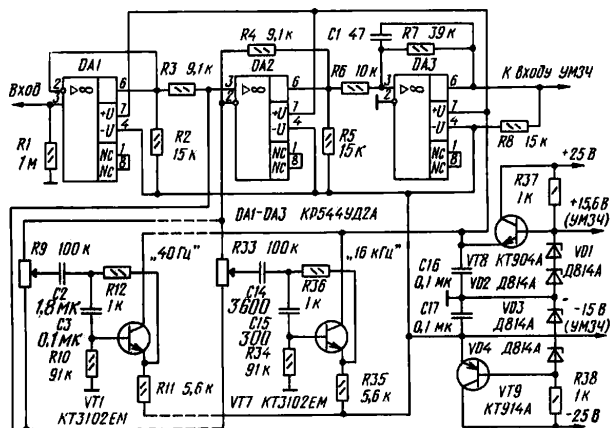


рис.8

200 мВ до уровня входного напряжения УМЗЧ 775 мВ.

Повышать напряжение в каскаде на ОУ DA1 не рекомендуется, так как это вызовет увеличение искажений, возникающих в активных фильтрах. Коэффициент гармоник регулятора тембра может достичь и даже превысить величину коэффициента гармоник УМЗЧ, что, конечно же, нежелательно. В случае большего входного напряжения регулятора тембра в активных фильтрах нужно использовать не простые эмиттерные повторители, а повторители напряжения - с меньшими искажениями, например, на ОУ или на двух транзисторах разной структуры.

Конденсатор C1 ограничивает уровень ультразвуковых составляющих сигнала, поступающего на вход УМЗЧ. Единственная особенность включения ОУ в этом усилителе — это шунтирование (с целью уменьшения искажений) транзисторов их выходных каскадов резисторами R2, R5, R8.

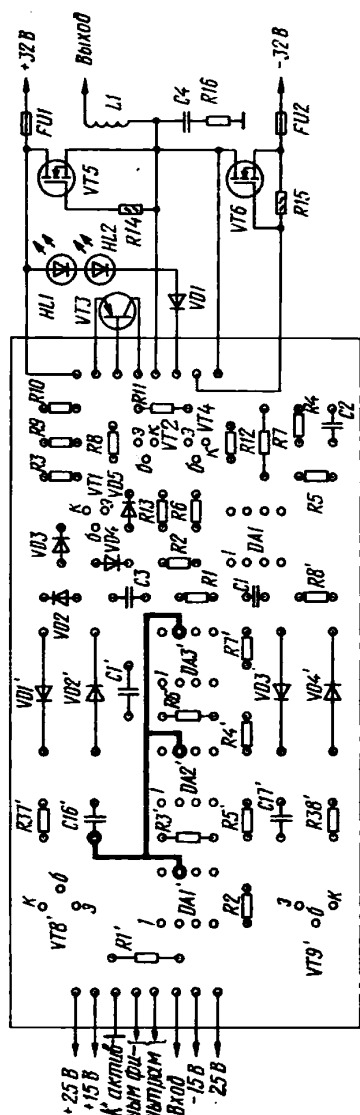
Питается предусилитель от двухполярного параметрического стабилизатора напряжения на транзисторах VT8, VT9. На стабилизатор напряжение питания подается от общего с УМЗЧ источника через уменьшающие амплитуду пульсаций однозвенные RC-фильтры (на схеме не показаны).

Предусилитель и УМЗЧ смонтированы на общей печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 100x102,5 мм. На рис.9 показана половина платы, на которой собран один канал стереофонического усилителя (детали предусилителя помечены штрихами). Вторая половина полностью ей идентична. Активные фильтры смонтированы на отдельной плате. Выходные транзисторы установлены на теплоотводах с площадью охлаждающей поверхности 400 см<sup>2</sup>.

К теплоотводу транзистора VT5 приклеен транзистор VT3. Резисторы R14 и R15 припаяны непосредственно к выводам транзисторов VT5 и VT6. Светодиоды HL1, HL2 размещены на лицевой панели усилителя, фильтр R16C4L1 — у выходного

собственно регулятора тембра. Активные фильтры регулятора настроены на 40, 100, 300, 1000 Гц и 3, 7,5, 16 кГц. На схеме показаны фильтры на 40 Гц и 16 кГц. Емкости конденсаторов C4—C13 пяти остальных фильтров равны соответственно 1 и 0,027 мкФ; 0,33 и 0,01 мкФ; 0,1 мкФ и 2700 пФ; 0,027 мкФ и 1200 пФ; 9100 и 560 пФ. На ОУ DA3 собран усилитель напряжения, повышающий уровень входного сигнала

## УМЗЧ на полевых транзисторах



разъема УМЗЧ.

В усилителе можно использовать любые постоянные резисторы, нет каких-либо особых требований и к конденсаторам, за исключением работающих в предусилителе конденсаторов С2—С15, которые должны быть высокочастотными (например, К73, МБМ, МБГИ с ТКЕ М750, М1500 и отклонением емкости не более 10%). Переменные резисторы активных фильтров (см. рис. 2) — СПЗ-23е. Катушка L1

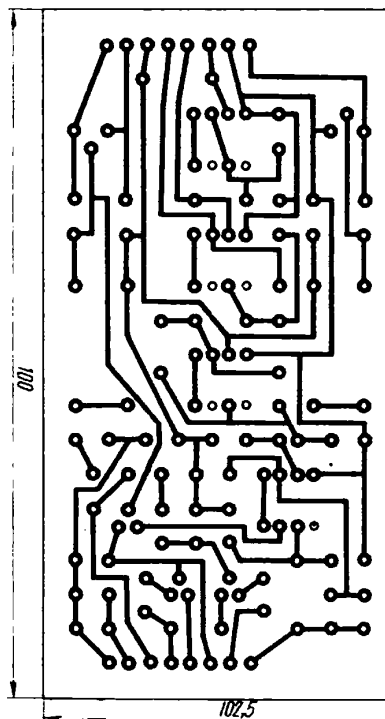


рис.9

намотана в один слой на тороидальном каркасе с наружным диаметром 20, внутренним 10 и высотой 10 мм и содержит 28 витков провода ПЭВ-2 1,0.

В предусилителе, кроме указанных на схеме, можно применить и другие универсальные ОУ. Не рекомендуется только использовать ОУ с малой скоростью нарастания выходного напряжения, такие как К140УД2 и К140УД9. Транзисторы

### УМЗЧ на полевых транзисторах

активных фильтров КТ3102ЕМ можно заменить КТ3102Г, КТ342В. Транзисторы КТ3108А заменимы КТ313А, КТ313Б, а КП912Б - КП912А и КП913, КП920А.

Налаживание УМЗЧ сводится к установке тока покоя транзисторов выходного каскада в пределах 200...300 мА подбором резисторов R9 и R10. Высокой его термостабильности можно добиться, как указывалось выше, изменением напряжения на базе транзистора VT3 подбором числа и типа диодов VD2, VD3.

В УМЗЧ В. Орлова из Москвы (Р, №3/88) биполярные и полевые транзисторы (рис. 10) включены по каскодной схеме общий исток-общая база (ОИ-ОБ). При таком построении каскада с помощью стабилитронов VD1-VD2 удается поддерживать постоянство потенциалов баз транзисторов VT1, VT4 (а следовательно, истоков VT2, VT3) и таким образом исключить их перегрузку и возможность выхода из строя. При соответствующем выборе режима работы входного каскада можно получить нулевой потенциал в точке соединения резисторов R8, R9 и через резистор R12 ввести сюда глубокую ООС по постоянному току, обеспечив тем самым высокую термостабильность усилителя.

Второй каскад УМЗЧ выполнен на транзисторах VT5-VT8, включенных также по каскодной схеме ОИ-ОБ.

Основные характеристики: входное напряжение 0,8 В, входное сопротивление 100 кОм, максимальная выходная мощность на нагрузке 8 Ом 10 Вт, диапазон частот 10...400000 Гц.

Принципиальная схема показана на рис. 10.

В усилителе можно использовать резисторы СП3-16 (R6, R15) и МЛТ (остальные), конденсаторы КТ1 (C1, C4), МБМ (C2, C7), К50-6 (C3, C5, C6).

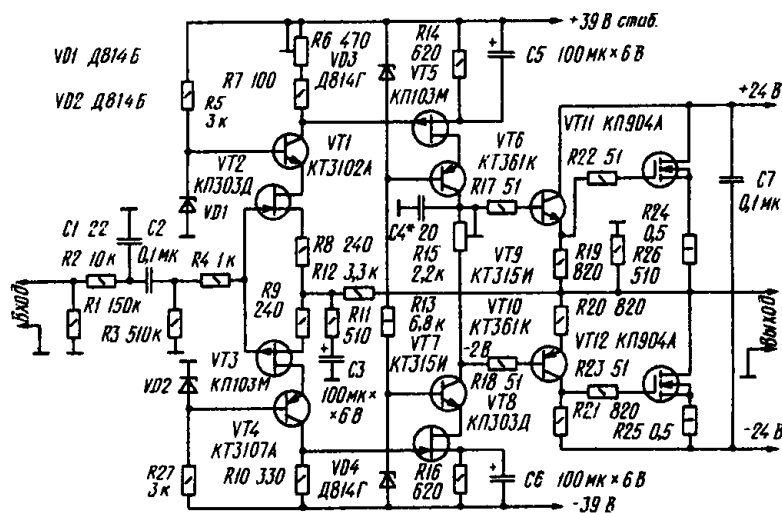


рис. 10

### УМЗЧ на полевых транзисторах

Транзисторы КП303Д можно заменить КП303Г(Е); КП103М - КП103Л; КТ3102А - КТ3102Б; КТ3107А - КТ3107Б; КП904А - КП904Б.

Транзисторы VT2 и VT3 необходимо предварительно подобрать. Для работы в усилителе пригодны транзисторы, при включении которых падение напряжения на резисторе R1 находится в пределах 1...1,1 В. Полевые транзисторы VT5, VT8 нуждаются в подборе по начальному току стока, который при напряжении сток-исток 8 В должен лежать в пределах 5,5...7 мА. Остальные транзисторы в подборе не нуждаются.

Перед налаживанием усилителя движок резистора R15 следует установить в среднее положение. Начинают налаживание с установки резистором R6 нулевого напряжения на выходе усилителя. После чего прогревают усилитель в течение 5 мин и резистором R15 устанавливают ток покоя транзисторов выходного каскада в пределах 150...200 мА. Затем, подавая на вход усилителя прямоугольные импульсы частотой 1 кГц, подбором конденсатора C4 добиваются отсутствия выбросов на переходной характеристике при изменении выходного напряжения от 0,1 до 9 В на нагрузке сопротивлением 8 Ом.

Аналогичная схема по построению выходного каскада предложена на сайте <http://www.electronics.50g.com/Audio.htm>. Технические данные: выходная мощность 25 Вт при нагрузке 8 Ом, чувствительность 200 мВ (не требует предусилителя), частотный диапазон 30...20000 Гц, коэффициент искажений не хуже 0,07%.

К достоинствам этого УМЗЧ, кроме перечисленных выше при использовании ПТ, можно отнести абсолютную устойчивость при использовании емкостной нагрузки, что позволяет подключать акустические системы простым двухжильным кабелем.

Принципиальная схема показана на рис. 11.

Транзисторы Q6-Q7 должны быть посажены на небольшой U-образный радиатор, Q8-Q9 - на теплоотвод площадью не менее 200 см<sup>2</sup>. При наладке с помощью R11 установить ток покоя Q8 100 мА.

Для уменьшения шумов заземлить в одной точке R1, R4, R9, C3-C8. Вход и выход заземлить в различных точках.

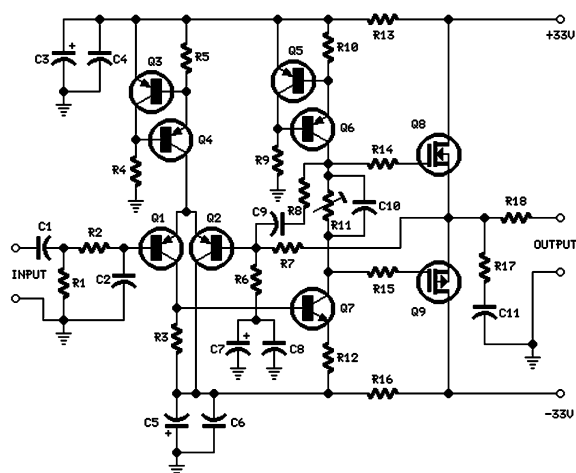


рис. 11

## УМЗЧ на полевых транзисторах

### Перечень элементов схемы (рис. 11)

R1, R4 47K	R11 500 Ом	C7 100 мкФ х 25 В
R2 4,7 кОм	R12, R13, R16 10 Ом	C9 10 пФ
R3 1,5 кОм	R14, R15 220 Ом	C10 1 мкФ х 63 В
R5 390 Ом	R17 8,2 Ом	Q1-Q5 BC560C
R6 470 Ом	R18 R22 Ом	Q6 BD140
R7 33 кОм	C1 0,47 мкФ х 63 В	Q7 BD139
R8 150 кОм	C2 330 пФ	Q8 IRF532
R9 15 кОм	C3, C5 470 мкФ х 63 В	Q9 IRF9532
R10 27 Ом	C4, C6, C8, C11 100 пФ	

Еще один УМЗЧ на ПТ с изолированным затвором представлен Т. Гисбертсом из Голландии (<http://cybersake.www.cistron.nl/igbt>). По мнению автора, качество его звучания не отличается от лампового.

Технические данные: чувствительность 1,1 В, входное сопротивление 47,7 кОм, выходная мощность 88 Вт на нагрузке 8 Ом, 146 Вт - на 4 Ом, частотный диапазон 1,5...115 Гц, коэффициент гармоник не более 0,05%

Принципиальная схема усилителя представлена на рис. 12. Для улучшения работы в области высоких частот на резистор RL1 намотана демпфирующая катушка индуктивности L1. Первый каскад состоит из пары дифференциальных усилителей на T1-T2 и T3-T4. Дифференциальный усилитель - одно из лучших средств объединения двух электрических сигналов: входного сигнала и сигнала обратной связи. Усиление каскада определяется, как указывалось выше, главным образом отношением сопротивлений в коллекторной и эмиттерной цепях (для T1-T2 - это R9-R12). Они также обеспечивают формирование местной обратной связи, в которой ограничение усиления уменьшает искажение.

Две RC цепочки (R3-C3 и R4-C4) ограничивают динамический диапазон дифференциальных усилителей, тем самым обеспечивая устойчивость в заданной полосе частот. Начальная рабочая точка дифференциальных усилителей обеспечивается двумя источниками постоянного тока. Транзистор T6 в соединении с R18 и D2 обеспечивает для T1-T2 постоянный ток приблизительно 2 мА. Транзистор T5 с R17 и D1 обеспечивает такой же ток для T3-T4. Комбинация транзистора и светодиода создает источник тока, независимый от температуры, так как температурные коэффициенты светодиода и транзистора взаимно компенсируются. При этом необходимо, чтобы эти два компонента имели температурный контакт, поэтому они расположены рядом на печатной плате.

Конденсатор C1 с цепочкой R1-C2 создают ФНЧ, который ограничивает частотный диапазон до указанной величины. Резистор R2 - общий в цепи базового смещения T1 и T3. Цепочка R1-R7-R8 формирует напряжение гашения для установки постоянного напряжения на выходе усилителя, равного нулю. Преимущество установки нуля по входу состоит в том, что входы дифференциальных усилителей заземлены и их шумовой вклад незначителен.

Коллекторы T1 и T3 соединены с первым каскадом драйвера T8 и T9. Между этими транзисторами находится стабилизатор тока, сформированный транзистором



T7, который в соединении с R2 служит для стабилизации тока выходных транзисторов.

Выходные транзисторы драйвера T10 и T11 соединены с выходными ПТ T12 и T13. Этот каскад усиления имеет местную обратную связь R30-R31, ограничивающую усиление каскада до 3. Сборка T10-T13 - представляет собой разновидность схемы Дарлингтона.

Общая ООС усилителя обеспечивается цепочкой R5-R6-C5. Электролитические конденсаторы C11 и C12 (10000 мкФ каждый) расположены близко к выходным ПТ, чтобы большие токи проходили по кратчайшему пути.

В цепи нагрузки стоит цепочка R32-R33-C10, которая выравнивает усиление в области высоких частот, компенсируя сопротивление индуктивности катушки громкоговорителя. Катушка индуктивности L1 ограничивает броски тока на емкостной нагрузке. Выходной сигнал поступает на громкоговоритель LS1 через контакты реле Re1. Реле имеет задержку в несколько секунд после включения питания, чтобы устранить щелчки в громкоговорителе, которые вызваны переходными процессами в УМЗЧ.

Реле питается непосредственно от трансформатора блока питания через D3 и

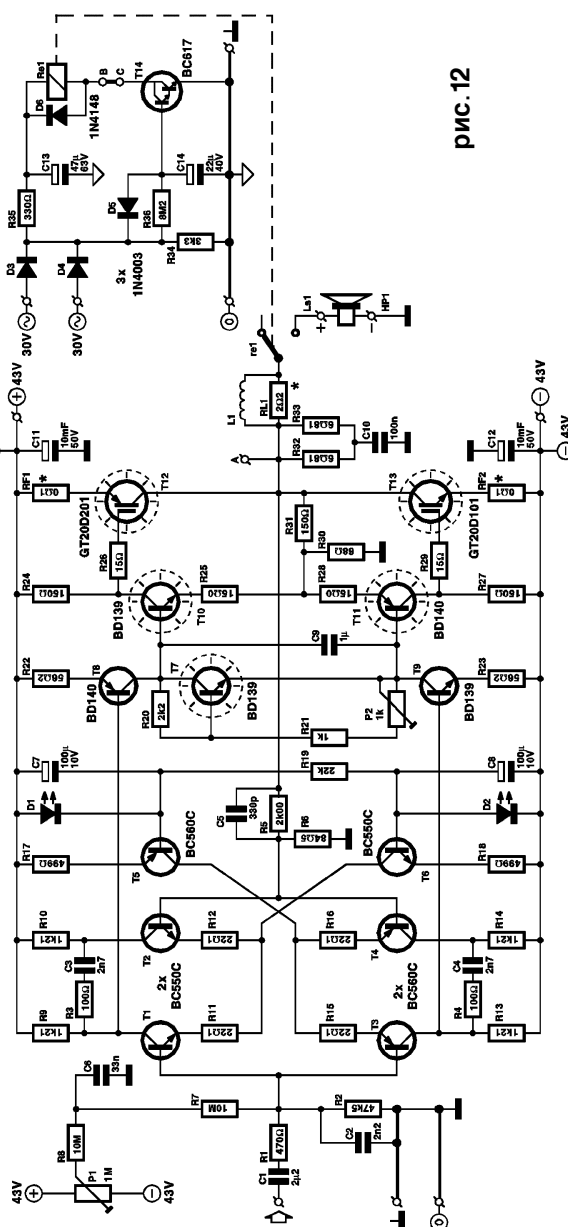


рис. 12

### УМЗЧ на полевых транзисторах

D4. Емкость C13 мала и не обеспечивает задержку включения питания, поэтому для управления реле введен каскад из T14 и R36-C14. Требуется несколько секунд прежде, чем потенциал на C14 повысится до значения, при котором T14 открывается (транзистор типа Дарлингтона требует напряжения на базе не меньше чем 1,2 В).

Схема электропитания (рис. 13) традиционна, за исключением резисторов R5-R8. Этот делитель ограничивает токи заряда электролитических конденсаторов C1-

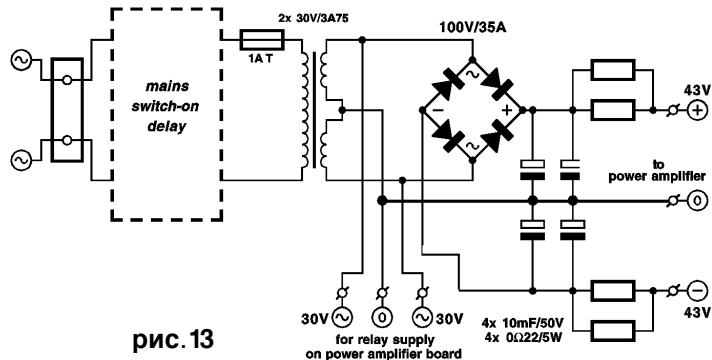


рис. 13

C12. Кроме того, делитель с конденсаторами образует фильтр, который ограничивает напряжение питания при перегрузке усилителя на частотах ниже 500 Гц.

На рис. 14 представлена печатная плата блока питания (в масштабе 1:1), а на рис. 15 - плата УМЗЧ.

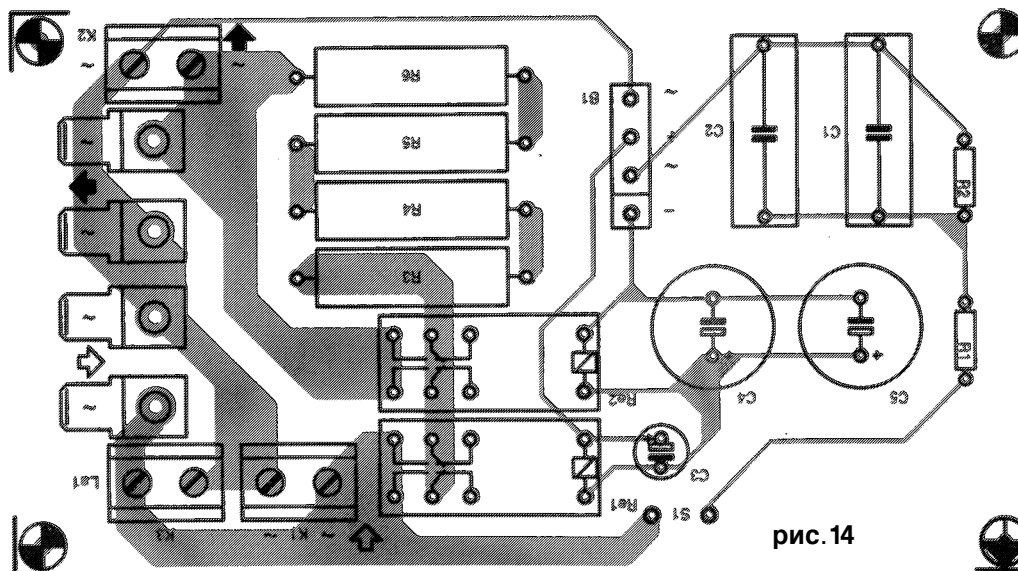


рис. 14

### УМЗЧ на полевых транзисторах

На плате отобранные пары транзисторов драйвера устанавливают рядом, на них надевают теплоотводы из 5 мм широкого медного кольца, отрезанного от 12-мм медной водяной трубки. Катушка индуктивности L1 состоит из шести витков изолированного медного провода диаметром 1,5 мм, внутренний диаметр катушки 16 мм. Резистор RL1 помещается внутрь корпуса катушки. Выходные ПТ расположены на одной стороне платы и прикреплены к теплоотводу. Они должны быть изолированы от теплоотвода при помощи керамической подложки. GT20D101

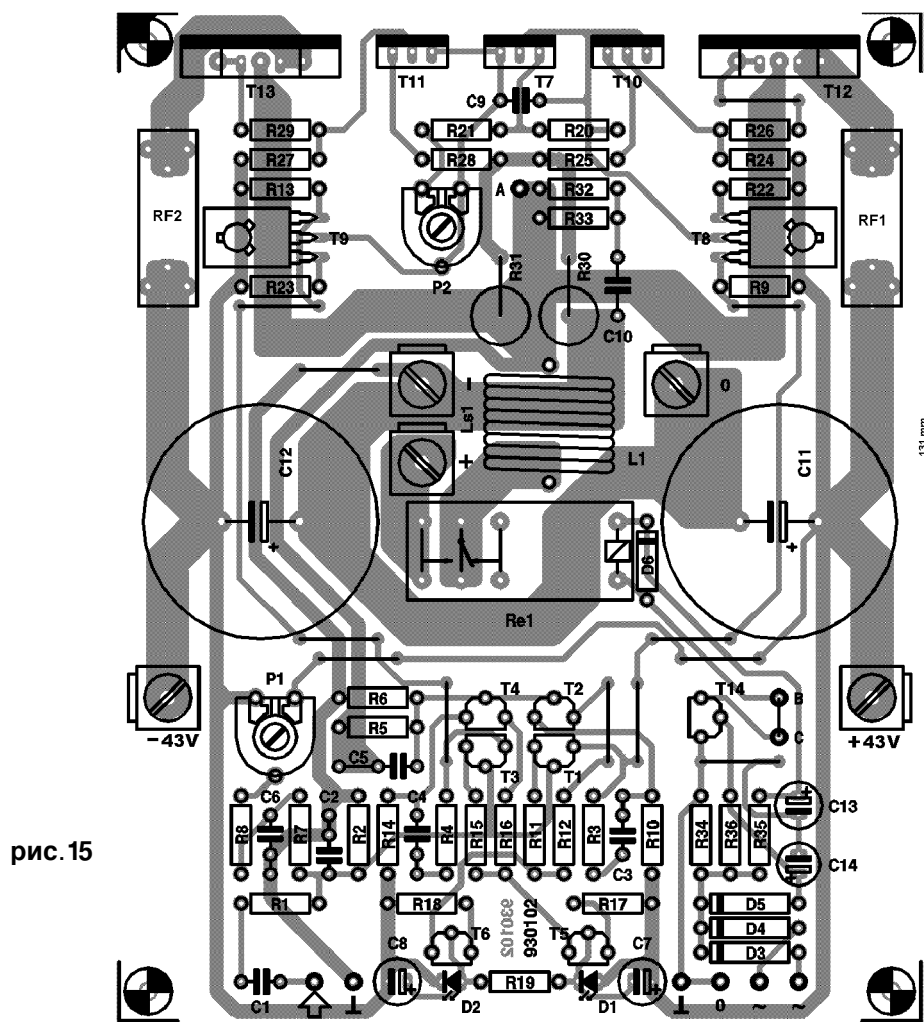


рис. 15

Полевые транзисторы большой мощности

Тип транзистора	Уси	Ист	Рвых	Свх, пФ	S, мА/В	f <sub>гр</sub> , МГц	Канал	Рис.
2SJ49	140	7	100	900	650	6	P	1
2SK134, 2SK135	140	7	100	600	700	7	N	1
GT20D201	250	20	180	-	-	-	N	3
GT20D101	250	20	180	-	-	-	P	3
КП904А	100	5	50	300	800	5	N	2
КП904Б	100	3	50	300	800	5	N	2
IRF532	100	12	80	-	-	-	N	6
IRF9532	100	10	75	-	-	-	P	7
КП912А	100	8	40	500	800	4	N	4
КП912Б	60	12	40	500	800	4	N	4
2N7000/2ND7002	60	0,8/1,5	0,4/0,3	50	400	3	N	5

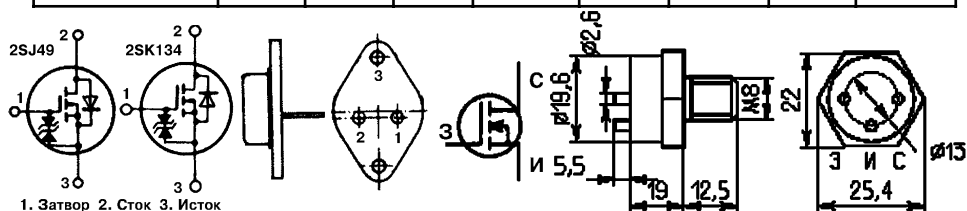


рис.1

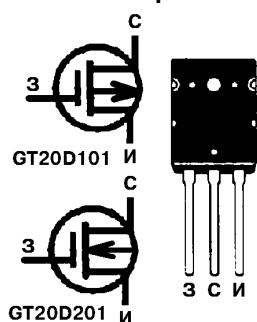


рис.3

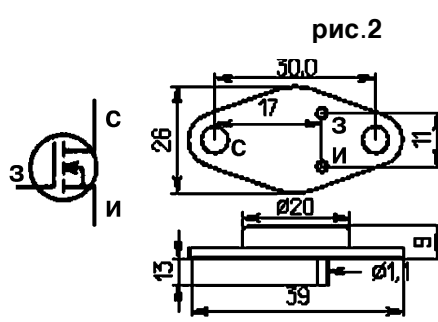


рис.4

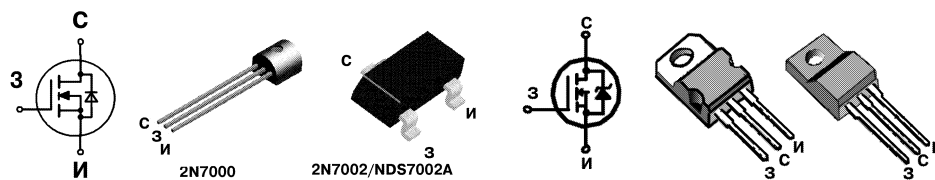


рис.5

рис.6

## MAX4297/MAX4295

Интегральный стерео (моно) УМЗЧ класса D с ШИМ

Основной конструкции микросхем MAX4295/MAX4297 является двоянный мостовой выходной усилитель мощности на КМОП полевых транзисторах. Предусмотрена защита от превышения тока более 1 А и перегрева выше +145°C. По сигналам FS1, FS2 производится установка рабочей частоты генератора дискретизации для режима класса D с ШИМ 125, 250, 500 кГц и 1 МГц. Схема включения изображена на **рис.1**, схема подключения - на **рис.2, 3**.

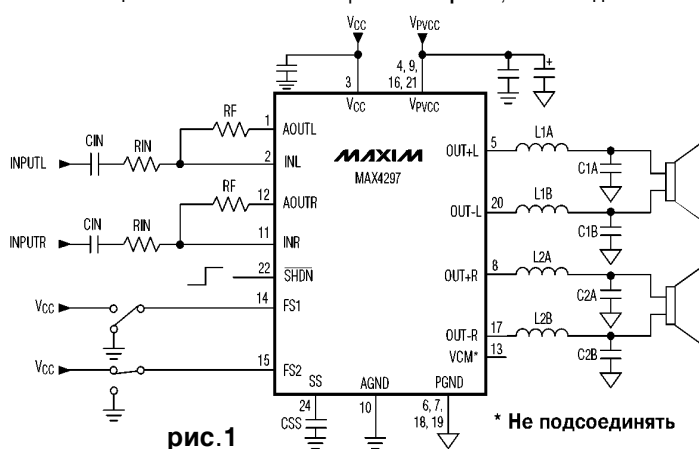


рис.1

Основные параметры:

Напряжение питания 2,7...5,5 В  
Выходная мощность (4 Ом нагр.) 0,7...2 Вт  
К.П.Д. 0,87  
Коэффициент гармоник на 125 кГц 0,4%  
Выходной ток (ограничение) 1 А

Параметры входной цепи:

RIN = 24 кОм, RF = 39 кОм;  
CIN = 0,47 мкФ х 6,3 В.

При сопротивлении нагрузки 4 Ом параметры выходного фильтра следующие:

L1a, L1b, L2a, L2b 15 мкГн;  
C1a, C1b, C2a, C2b 2 мкФ.

Зарядная емкость для задержки пуска после срабатывания защиты CSS = 3300 пФ.

Логика переключения частоты дискретизации

FS1	FS2	Частота, кГц
0	0	125
0	1	250
1	0	500
1	1	1000

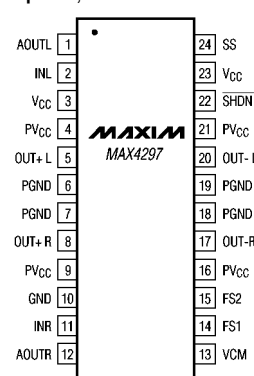


рис.2

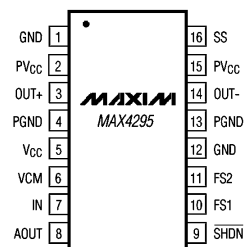


рис.3

GND - масса;	IN - входной сигнал;
OUT+, OUT- выходы двух плеч мостового выходного каскада;	AOUT - линейный выход;
PGND - масса выходного каскада;	PVCC - напряжение питания выходных каскадов;
SS - цепь задержки включения после перегрузки;	FS1, FS2 - сигналы переключения частоты дискретизации;
VCC - напряжение питания входных цепей;	SHDN - сигнал режима сниженного потребления.

## Индикаторы

Заранее объявленная, эта тема оказалась в некотором роде неоднозначной по своему содержанию, ведь сам термин “индикатор” может иметь несколько значений. С одной стороны - это устройство, которое индицирует наличие физической величины или факт возникновения какого-то события, с другой стороны - это деталь схемы на уровне элементной базы, которая непосредственно воспроизводит эту физическую величину в цифровом или буквенном виде. Бывают также индикаторы химических веществ - кислот или щелочей, а также индикаторами называют отображающие устройства радиолокационных станций.

Из множества значений наиболее близким для нашего сборника является первое, потому что редакция заранее декларировала, что содержанием БР будет тематический обзор схемотехнических решений в определенной области радиоэлектроники. Таким образом, в число индикаторов попадают разнообразные устройства, которые так или иначе выполняют функции индикации. Классифицировать индикаторы будем по признакам физического явления отображения индицируемой величины, среди которых наибольшее распространение получили визуальные, то есть те, которые можно видеть, и акустические, которые можно слышать.

Начнем с наибольшей группы индикаторов - визуальных, а внутри нее - с наиболее популярных в последнее время свето диодов. Простейший индикатор перегорания предохранителя придумал А. Коллинсон (<http://www.mit.edu.freeseerve.co.uk>). В его схеме (рис.1) всего два элемента: резистор R1 и светодиод типа АЛ307,

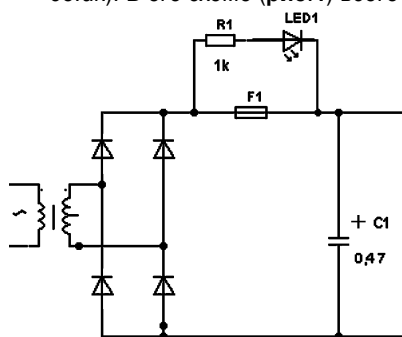


рис.1

причем величина сопротивления R1 выбрана для уменьшения тока до безопасного при коротком замыкании в нагрузке. Остается только удивляться извращенной логике некоторых представителей “Туманного Альбиона”, для которых, в отличие от нашей аппаратуры, где индицируется наличие питания, важно наблюдать его отсутствие!

Другая простая схема (рис.2) разработана для наших автомобилистов, чтобы индицировать наличие напряжения в разных точках цепи (<http://alflash.narod.ru/index.htm>).

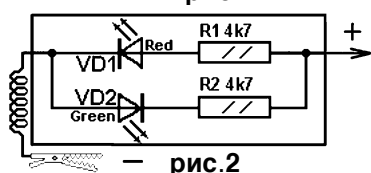


рис.2

Суть индикатора заключается в том, что в нем используются два светодиода (СД), включенные разнополярно и каждый через отдельное токоограничительное сопротивление. В зависимости от типа СД, резистор выбирается согласно формуле

$$R_{1,2} = \frac{U_{авт} - U_{сд}}{I_{доп.сд}},$$

где  $U_{авт}$  - напряжение бортовой сети,  $U_{сд}$  - падение напряжения на СД;  $I_{доп.сд}$  - максимально допустимый постоянный ток СД.

Применение двух СД позволяет не беспокоиться о полярности подключения. При подключении любым из двух возможных способов, будет светиться красный или зеленый СД, то есть появляется удобная возможность проверять, используя ту же арматуру, не только положительное напряжение относительно корпуса, но и напряжение относительно "плюса".

Индикатор уровня горячей воды в баке создал тот же А. Коллинсон, однако на этот раз схема (рис.3) несколько сложнее. Термисторы NTC1-NTC4 располагаются вертикально вдоль стенки бака, причем NTC1 - в 10 см от верхнего края, остальные - равномерно по высоте. SW1 - кнопочный выключатель, при нажатии на который происходит отображение уровня воды.

Калибровка при полном баке заключается в регулировке потенциометров P1-P4 так, чтобы все светодиоды зажглись. Индикация сохраняет точность в диапазоне температур 50-80 град.

Индикатор отклонений сетевого напряжения, выполненный на трех светодиодах и двух динисторах (рис.4), предложил В. Бутев из Донецка (Р 6/85).

Особенностью устройства является включение светодиодов при каждом положительном полупериоде сетевого напряжения, но лишь при определенной амплитуде его, равной порогу срабатывания, и выключение при снижении мгновенного значения напряжения до нуля. Это исключает гистерезис и повышает точность индикации.

Если сетевое напряжение в норме, горят светодиоды HL1 и HL2. При понижении напряжения светодиод HL2 гаснет, а HL1 продолжает светиться. Когда же напряжение возрастает, горят все светодиоды.

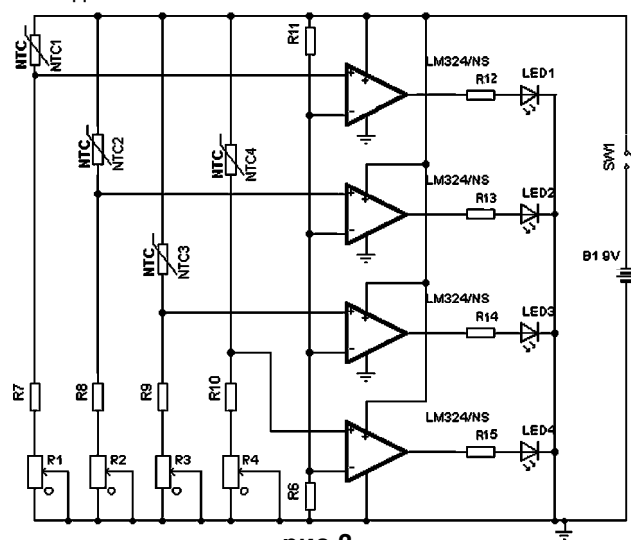


рис. 3

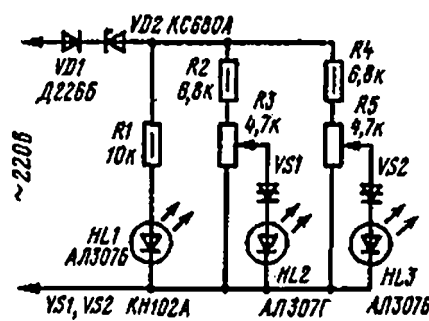


рис. 4

## Индикаторы

Индикатор занятой телефонной линии предложил А. Борисенко (<http://www.nag.ru/goodies/finux.html>). Его занимала проблема извещения родственников о занятом состоянии линии, когда он был подключен к сети Интернет, чтобы кто-нибудь не прервал соединение, подняв трубку на телефонном аппарате. Он решил эту проблему, повесив рядом с телефоном индикатор, который показывает, когда можно снимать трубку, а когда нельзя.

Схема индикатора показана на **рис.5**. Питание осуществляется от телефонной линии, однако в качестве блока питания можно использовать любую батарейку, т.е. строгое соблюдение напряжения питания не обязательно, оно может быть от трёх до двенадцати вольт. Однако если Вы используете напряжение питания больше 9 В, то замените резистор R2 1 кОм другим, с большим сопротивлением. Транзистор VT1 можно заменить на КТ361.

В дополнение телефонной темы представляем схему индикатора вызова (<http://web.sinn.ru/~varnavino/remont.htm>), проходящего в телефонной линии (**рис.6**). Схема настолько проста, что не требует дополнительных пояснений.

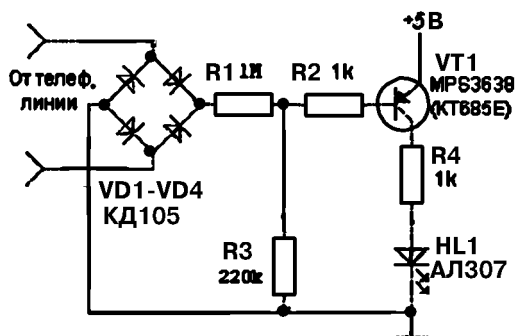


рис.5

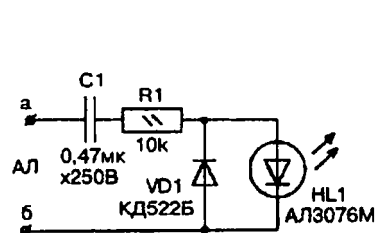


рис.6

Для облегчения поиска нужного провода в многожильном кабеле или для прозвонки различных цепей В. Симонов (<http://www.vsi.ru/~sva/shems/shems.htm>) предложил индикатор, схема которого приведена на **рис.7**.

Индикатор представляет собой устройство, выполненное на трех транзисторах. Принцип работы индикатора основан на том, что при замыкании плюсового вывода источника питания с базой транзистора VT1 (через отыскиваемый провод, тело человека и резистор R1) все транзисторы открываются и загорается светодиод HL1.

В исходном режиме устройство практически не потребляет энергии, так как сопротивление подключенной параллельно источнику питания цепи VT1, VD1 в закрытом состоянии составляет 0,5...1 МОм. Потребляемый ток в режиме индикации не превышает 6 мА.

Индикатор можно выполнить в виде небольшой плоской коробки, прикрепляемой к руке с помощью ремешка, с металлическим электродом,



**рис.7**

Индикатор магнитного поля придумал А. Белик (<http://fizmag.narod.ru/main.html>) для нахождения мест прокладки скрытой проводки. Схема индикатора (**рис.8**) выполнена на трех транзисторах: на VT1, VT3 собран мультивибратор, а на полевом транзисторе VT2 - электронный ключ.

**рис.8**

Достаточно приблизить антенный щуп, соединенный с

Антенный шуп может быть любой работоспособной конструкции, например, в виде петли толстого (5 мм) высоковольтного провода длиной 80...100 мм, используемого в черно-белых телевизорах, или для лучшей чувствительности намотать несколько витков медного изолированного провода на сердечник из

## Индикаторы

линейного магнитопровода любой марки. Концы провода щупа пропускают через отверстия в верхнем отсеке корпуса и припаивают к соответствующей точке платы.

Желаемую частоту колебаний мультивибратора (вспышек светодиода) можно установить подбором резисторов R1, R2. Для этого нужно временно отключить от резисторов R3 и R4 выводы истока полевого транзистора и замкнуть контакты выключателем.

Если при поиске места обрыва фазного провода чувствительность прибора окажется чрезмерной, ее нетрудно снизить уменьшением длины провода антенного щупа или отключением проводника, соединяющего щуп с печатной платой.

Этот индикатор можно также применять для контроля работы системы зажигания автомобилей. Поднося антенный щуп искателя к высоковольтным проводам, по миганию светодиода определяют цепи, на которые не поступает высокое напряжение, или отыскивают неисправную свечу зажигания.

Схема простого индикатора (<http://www.radioman.ru/shem.shtml>), который позволяет сделать световую сигнализацию, предупреждающую шофера о приближении аварийной ситуации - низком уровне воды в радиаторе, показана на **рис.9**.

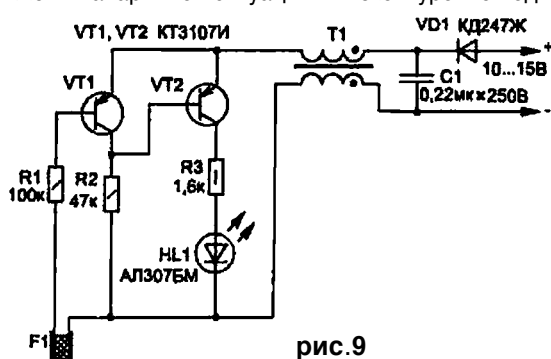


рис.9

Датчиком F1 сигнализатора служат две металлические пластины, разделенные изолятором из непромокающих материалов, например, из полиэтилена или фторопласта.

Устройство срабатывает при изменении уровня воды, когда он будет ниже положения датчика F1. При этом уменьшается базовый ток транзистора VT1, и за счет тока через R2 открывается

транзистор VT2 загорается светодиод HL1.

В схеме применены резисторы типа С2-23, конденсатор C1 типа К73-9 на 250 В, светодиод HL1 подойдет любого типа, в пластмассовом корпусе. Транзисторы VT1 и VT2 с буквами Д, Ж, К, Л.

Для защиты схемы от пульсации и помех в бортовой сети автомобиля при работе двигателя используются диод и дроссель T1. Дроссель выполнен на кольцевом сердечнике типоразмера К10х6х3 из феррита марки 2000НМ1 (4000НМ1). Обмотки содержат по 30...40 вит. провода ПЭЛШО-0,12. При его подключении необходимо соблюдать полярность фаз, указанную на схеме. В этом случае T1 не будет намагничиваться.

Устройство сохраняет работоспособность при изменении питающего напряжения от 5 до 16 В и в настройке не нуждается. Также эта схема может применяться везде, где требуется контролировать уровень воды.

Многие автолюбители сетуют на отсутствие в их автомобиле индикатора

работы датчика содержания кислорода в выхлопных газах ( $O_2$ ). На **рис.10** представлена принципиальная схема светодиодного индикатора Е. Гусарова, построенная на микросхеме LM3914 (<http://future.quarta.ru/icars/master/iwo2.html>).

Прибор предназначен для работы от бортовой сети автомобиля. Диод VD1 выполняет функцию защиты от неправильной полярности подключения к шине питания (+12 В). Конденсатор C1 установлен для снижения возможных пульсаций в бортовой сети. Потенциометром R2 можно откалибровать шкалу измерения на верхнем уровне (1 В), а с помощью R3 отрегулировать яркость свечения светодиодов.

Прибор не критичен к конструктиву и позволяет использовать практически любые комплектующие. Однако следует учитывать, что LM3914 имеет мощность рассеивания около 1,3 Вт. Это накладывает определенное ограничение при выборе яркости свечения светодиодов (HL2-HL11). Кроме того, соединение входа прибора с сигнальным выводом лямбда-зонда лучше выполнить экранированным проводом, а его экран соответственно заземлить. Светодиоды желательно использовать красный (нижний уровень), желтые (2 и 3 нижние уровни), зеленые (4 средних уровня), желтые (два верхних уровня) и красный (максимальный уровень).

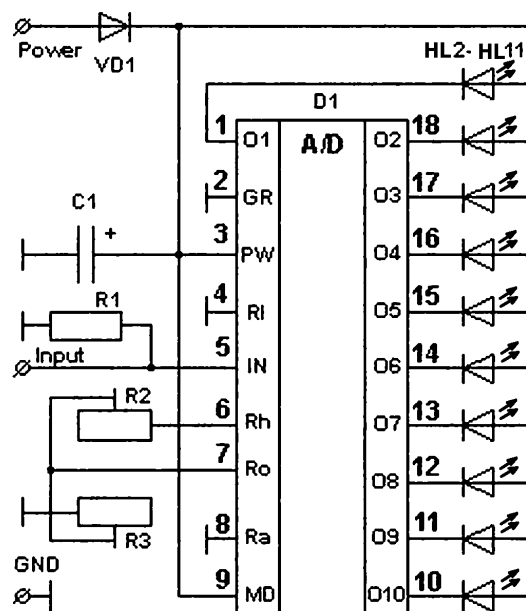


рис. 10

Для калибровки индикатора лучше воспользоваться осциллографом, а после настройки потенциометры заменить постоянными резисторами соответствующего сопротивления. Перед началом калибровки движки потенциометров следует установить в среднее положение.

Компоненты схемы: D1 - LM3914, VD1 - КД209А, HL2-HL11 - АЛ307, C1 - К50-16 50 мкФх50 В, R1 - МЛТ 0,25 1 МОм, R2, R3 - СПЗ-38а 4,7 кОм.

Индикатор радиационный со светозвуковой сигнализацией, найденный на сайте <http://ideyka.narod.ru/NAME-TEMA/radio.htm>, предназначен для непрерывного контроля общей радиационной обстановки и обнаружения источников ионизирующей радиации. Принципиальная схема прибора изображена на **рис.11**. Функцию датчика ионизирующей радиации VL1 выполняет счетчик Гейгера типа

## Индикаторы

СБМ-20. Высокое напряжение на его аноде формирует блокинг-генератор, собранный на трансформаторе Т1. Импульсы напряжения с повышающей обмотки I через диоды VD1, VD2 заряжают конденсатор фильтра C1. Нагрузкой счетчика служат резистор R1 и другие детали, связанные со входом 8 элемента DD1.1.

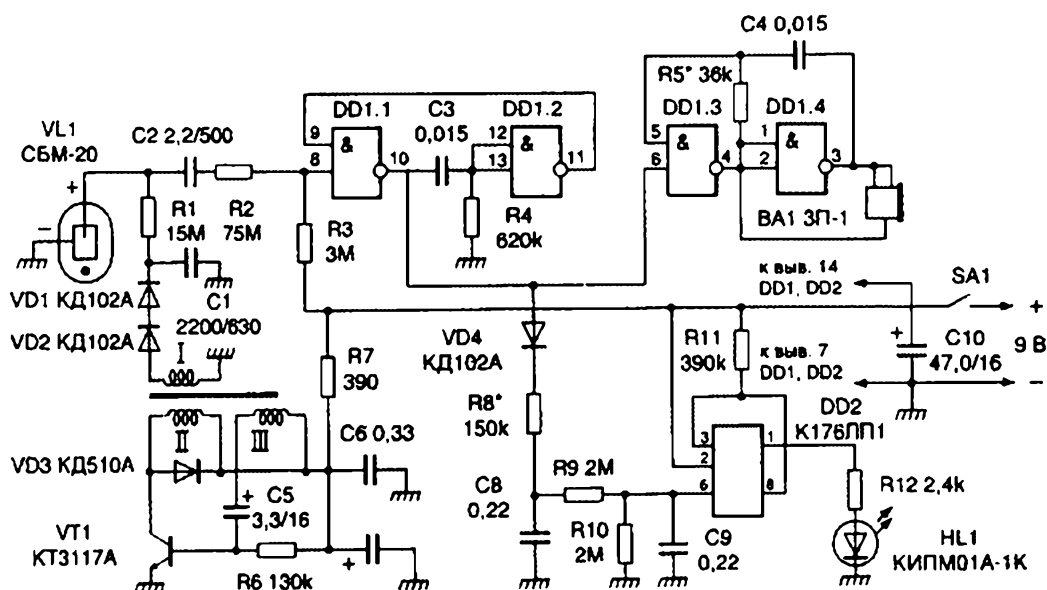


рис. 11

Элементы DD1.1, DD1.2, конденсатор C3 и резистор R4 образуют одновибратор. Он преобразует импульс тока, возникающий в счетчике Гейгера в момент возбуждения его ионизирующей частицей, в импульс напряжения длительностью 5... 7 мс. Элементы DD1.3, DD1.4, конденсатор C4 и резистор R5 представляют собой управляемый (по входу 6 элемента DD1.3) генератор колебаний звуковой частоты, к парафазному выходу которого (выводы 3 и 4 элементов DD1.4, DD1.3) подключен пьезоизлучатель BA1. В нем акустический импульс-щелчок возбуждается пачкой электрических импульсов.

На диоде VD4, резисторах R8-R10 и конденсаторах C8, C9 собран интегратор, управляющий работой порогового усилителя DD2. Напряжение на конденсаторе C9 зависит от средней частоты возбуждения счетчика Гейгера, при достижении его значения, соответствующего напряжению открывания полевого транзистора, входящего в микросхему DD2, включается светодиод HL1. Частота и длительность всплеск светодиода увеличиваются с повышением уровня радиации.

Детали прибора смонтированы на печатной плате, изготовленной из двухстороннего стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Фольга со стороны установки деталей используется как общий заземленный проводник. Конденсатор C1 К73-9, C2 КД-26,

С5 К53-30 или К53-19. В случае замены их конденсаторами других типов следует иметь в виду, что утечки здесь могут резко увеличить энергопотребление прибора. По этой же причине ограничен и выбор диодов VD1 и VD2: обратный ток этих диодов является нагрузочным для высоковольтного преобразователя и не должен превышать 0,1 мкА.

Конденсаторы С7 и С10 К50-40 или К50-35, остальные К10-17-26. Резистор R1 КИМ или СЗ-14, R2-R12 МЛТ, С2-33 или С2-23. Микросхема DD1 может быть типа К561ЛА7. Диод КД510А можно заменить любым другим кремниевым с током в импульсе не менее 0,5 А. Светодиод годится практически любой, критерий здесь - достаточная яркость. Двухкристальный пьезоизлучатель ЗП-1 может быть заменен однокристалльным с акустическим резонатором ЗП-12, ЗП-22 или ЗП-3.

Без заметных изменений потребительских свойств и каких-либо переделок в приборе можно использовать счетчики СТС-5, СБМ32 или СБМ32К и другие счетчики Гейгера.

Импульсный трансформатор Т1 наматывают на ферритовом кольце М3000НМ типоразмера К16х10х4,5, предварительно покрытом тонкой лентой из лавсана или фторопласта. Первой наматывают обмотку I 420 витков провода ПЭВ-2 0,07 мм. Провод укладывают виток к витку в одну сторону, оставляя между началом и концом обмотки промежуток 1-2 мм. Далее, покрыв обмотку I слоем изоляции, наматывают обмотку II 8 витков провода диаметром 0,15-0,2 мм в любой изоляции и поверх нее обмотку III 3 витка такого же провода. Готовый трансформатор, покрытый слоем гидроизоляции, например обмотанный узкой полоской ленты ПВХ, крепят на плате винтом М3 между двумя эластичными шайбами.

Прибор не требует наладки, но есть в нем два резистора, номиналы которых, возможно, потребуется уточнить. Это резистор R5, подбором которого регулируют частоту звукового генератора так, чтобы она соответствовала частоте механического резонанса пьезоизлучателя, и резистор R8, номинал которого определяет порог срабатывания тревожной сигнализации. Коррекция порога тревожной сигнализации может потребоваться при перенастройке прибора для работы в условиях повышенного радиационного фона.

Прибор прост в обращении и не требует от владельца какой-либо специальной подготовки. Редкое пощелкивание акустических импульсов, следующих один за другим без видимого порядка, отсутствие индикации (вспышек светодиода) говорят о том, что прибор находится в условиях естественного радиационного фона. Это фоновое пощелкивание почти не зависит от времени суток, сезона и местоположения прибора, несколько замедляясь лишь глубоко под землей и ускоряясь в высокогорье. Увеличение скорости счета при перемещении прибора, а тем более, срабатывание тревожной сигнализации дает достаточные основания полагать, что прибор находится в районе источника радиации искусственного происхождения.

Положение этого источника, его габариты, связь с тем или иным видимым предметом можно определить либо поворотами прибора (он имеет максимальную

## Индикаторы

чувствительность со стороны счетчика Гейгера), либо его перемещением - направление на источник определяют по увеличению скорости счета. При поиске источника радиации, размеры которого значительно меньше самого счетчика Гейгера, рекомендуется проводить сканирование подозрительных мест - перемещать прибор, меняя направление его движения и ориентацию. Таким образом, положение невидимого простым глазом источника радиоактивности можно определить с точностью до 2...3 мм.

Порог срабатывания тревожной сигнализации в приборе устанавливается чуть выше естественного радиационного фона со всеми возможными его отклонениями от среднего значения. Лишь очень немногие причины, не связанные с появлением источников радиации искусственного происхождения, могут вывести его в режим тревожной сигнализации (из общедоступных - полеты на большой высоте).

Продолжая тему акустической индикации, упомянем еще одну схему для индикации поля, теперь уже электрического, упоминавшегося выше автора А. Белика. Схема, предназначенная также для поиска скрытой проводки, показана на рис. 12.

В настоящее время карманные цифровые мультиметры становятся все более распространенными благодаря сравнительно невысокой стоимости и хорошим электрическим параметрам. Многие из них снабжены различными сервисными функциями, в частности "звуковой прозвонкой". Это - режим, при котором прибор

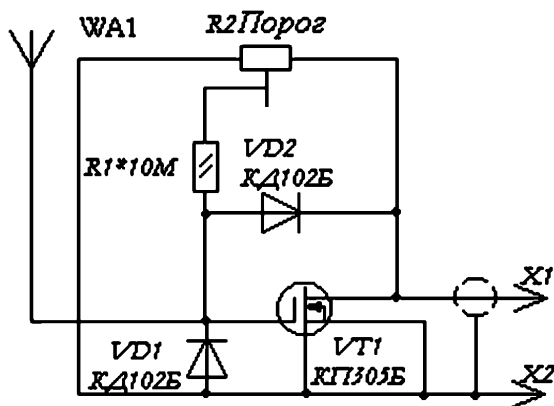


рис. 12

издает звуковой сигнал, если сопротивление проверяемой цепи не превышает какого-либо фиксированного значения. Так, в мультиметрах М832 и М838 звуковой сигнал будет раздаваться, если сопротивление цепи составляет 1 кОм и менее.

Используя этот режим работы прибора, можно создавать различные устройства бытового назначения, например, предлагаемый индикатор. Основой схемы является полевой транзистор VT1 с изолированным

затвором. Экранированным проводом его соединяют с выходными гнездами прибора, причем вилка X2 должна быть подключена к общему гнезду. По этому проводу на транзистор начинает поступать с мультиметра постоянное напряжение. В этом случае мультиметр будет контролировать сопротивление канала транзистора.

Чтобы можно было регулировать чувствительность индикатора, транзистор

выбран с малым начальным током стока. При этом начальное сопротивление канала можно устанавливать подачей на его затвор с движка подстроечного резистора R2 открывающего напряжения. Для защиты затвора транзистора от мощных наводок и зарядов статического электричества установлены диоды VD1, VD2.

После подключения приставки к мультиметру перемещением движка резистора R2 от левого по схеме вывода добиваются появления однотонного звукового сигнала. Затем плавно перемещают его в обратном направлении до момента пропадания сигнала - в этом положении устройство будет обладать максимальной чувствительностью.

Если теперь вести индикатор вдоль стены со скрытой проводкой, то в месте ее нахождения в антенне WA1 будет наводиться переменное напряжение, амплитуды которого хватит для того, чтобы транзистор начал открываться. Сопротивление канала транзистора будет изменяться в такт с переменным напряжением. Когда оно станет равным или менее 1 кОм, в мультиметре раздастся звуковой сигнал, но уже не однотонный, а в виде низкочастотной (с частотой сети) "трели". Изменяя чувствительность искателя и его расстояние до стены, определяют трассу прохождения скрытой проводки.

Для поиска места обрыва провода в жгуте нужно все провода, в том числе и оборванный, заземлить, а второй конец оборванного провода подключить к фазному проводу сети через резистор сопротивлением 0,5...1 МОм. Перемещая индикатор вдоль провода, начиная от резистора, определяют место, где звуковой сигнал пропадает, - здесь обрыв.

В устройстве допустимо применить, кроме указанных на схеме, полевые транзисторы КП305А, КП305Б, КП313А, диоды КД102А, КД102Б, КД104А. Переменный резистор - СПО, СП4, постоянный - МЛТ, С2-33 (его можно составить из нескольких резисторов меньшего номинала, соединенных последовательно).

В наладивании индикатор не нуждается, но если его чувствительность окажется слишком высокой, нужно подобрать резистор R1 меньшего сопротивления.

Еще один индикатор со звуковой сигнализацией показан на <http://www.aaron-cake.net/search.htm>. В этой схеме (рис. 13) используется датчик SL, сделанный из небольшого куса фольгированного гетинакса по форме, показанной на рисунке, расстояние между электродами должно быть минимальным, но не допускается их касание друг друга. Форма датчика может быть также в виде концентрических колец или двухзаходной спирали.

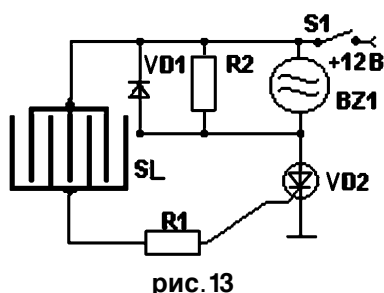


рис. 13

С началом дождя увлажняется пространство между электродами, создается условие для протекания тока, и открывается тиристор. Его выходной ток течет в цепи сирены, которая сигнализирует о начавшемся дожде. Вместо сирены можно

## Индикаторы

---

поставить иной сигнализатор, а можно реле, которое приведет в действие схему мощной сирены или, например, автоматику закрытия окон.

Компоненты схемы: R1 1 кОм, R2 680 Ом, D1 1N4001, BZ1 любая сирена на 12 В, VD2 C106B1 или 106CY.

От звуковых индикаторов снова вернемся к визуальным. Следующая схема едва ли может считаться индикатором, но он входит в предлагаемый ампервольтметр (<http://users.otenet.gr/~athsam>) и представляет интерес как индикатор наличия напряжения определенной величины.

Принципиальная схема прибора показана на **рис.14**. Входные микросхемы IC1 и IC2 типа CA3161E используются как 3-разрядный аналого-цифровой преобразователь. Далее битовые сигналы подаются на цифровой индикатор, состоящий из трех дисплеев DIS1-DIS3.

Для наладки вольтметра нажмите кнопку двойного переключателя “Amper-Volt” и замкните входные контакты. Отрегулируйте RV1 так, чтобы на индикаторе был ноль во всех цифрах. Подайте теперь на вход постоянное напряжение 900 мВ. С помощью RV2 отрегулируйте прибор так, чтобы на индикаторе было ровно 900 мВ.

Отпустите кнопку и снова замкните входные контакты. Отрегулируйте с помощью RV1 ноль во всех цифрах. Потом подключите на вход последовательно соединенные новую батарейку на 9 В и резистор на 10 Ом мощностью 10 Вт. Отрегулируйте RV2 так, чтобы на индикаторе было 0,90 А.

Параметры индикатора: максимальное измеряемое напряжение 99,9 В, максимальный измеряемый ток 9,99 А, ошибка измерения напряжения 100 мВ, ошибка измерения тока 100 мА.

Цифровой индикатор напряжения С. Кулешова (Р 6/2000) аналогичен по функциям предыдущей схеме, но отличается использованием отечественных деталей, низкой точностью и небольшой стоимостью.

Схема двухразрядного индикатора приведена на **рис.15**. Диапазон измерений входного напряжения 0...7 В, при большем напряжении следует применять делитель. Принцип работы АЦП основан на измерении времени зарядки конденсатора до напряжения, равного измеряемому, и последующем его преобразовании в цифровую форму. Пропорциональность измеряемых времени и напряжения обеспечивается стабилизацией тока зарядки.

Работой АЦП управляет генератор прямоугольных импульсов на элементах DD1.3, DD1.4. Когда на выходе генератора появляется лог.“0”, транзистор VT3 закрывается, а на входах РЕ счетчиков DD2, DD3 действует лог.“0”, разрешая счет импульсов с генератора на DD1.1, DD1.2. Конденсатор C1 заряжается от генератора тока на транзисторе VT2. Когда возрастающее напряжение на конденсаторе сравняется с входным, на выходе 9 компаратора DA1 появится высокий логический уровень. Транзистор VT1 инвертирует его, поэтому работа генератора на элементах DD1.1 и DD1.2 блокируется. Одновременно с этим на входах С DD4, DD5 действует лог.“1”, разрешающая запись информации со счетчиков DD2, DD3. Зафиксированное число отображается на светодиодных индикаторах HG1, HG2.



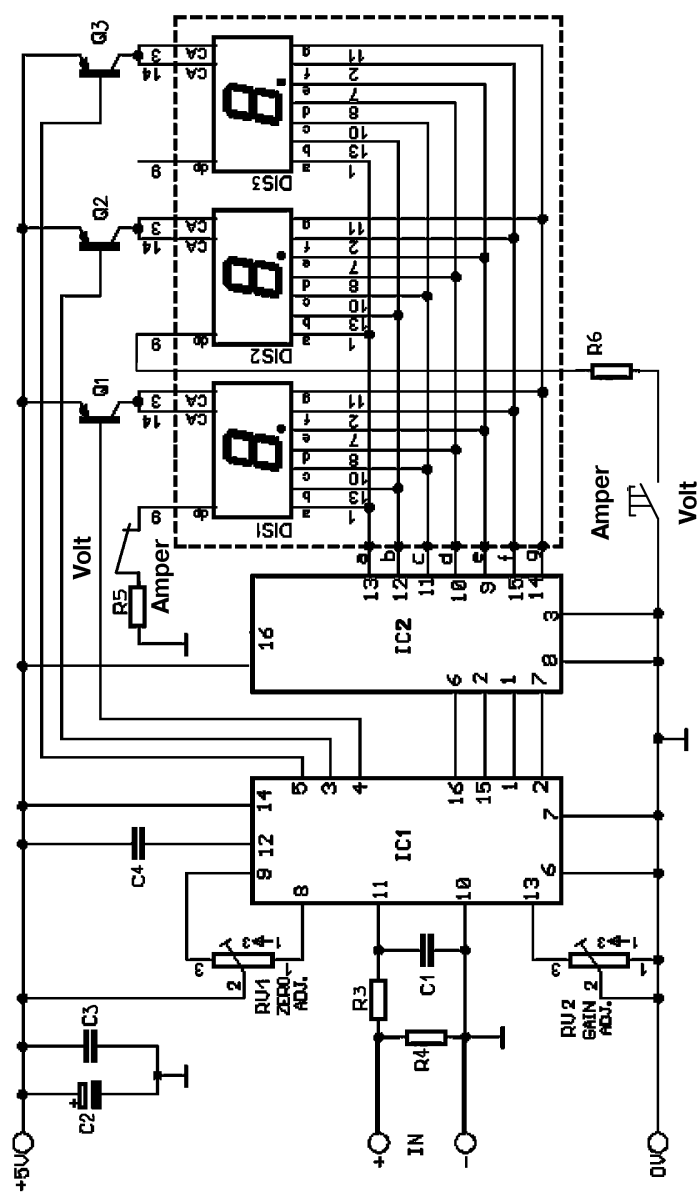


рис. 14

## Индикаторы

---

Как только на выходе генератора на элементах DD1.3, DD1.4 появится лог. "1", открывается транзистор VT3 и конденсатор C1 разряжается. Компаратор DA1 изменяет свое состояние и блокирует запись в преобразователи кода DD4, DD5. Через небольшой промежуток времени, определяемый цепью R8C4 лог. "1" подается на входы PE счетчиков DD2, DD3, записывая в них лог 0. После этого цикл измерения повторяется. Если на входе устройства напряжение равно нулю, то на выходе компаратора DA1 присутствует высокий логический уровень, разрешающий запись в DD4, DD5 и блокирующий генератор на DD1.1, DD1.2. При этом в счетчики DD2, DD3 записываются нули, отображаемые индикаторами.

Конструктивно индикатор выполнен на двух платах: на одной установлены светодиодные индикаторы HG1, HG2, на другой - все остальные элементы. Монтаж на платах можно выполнить печатным способом или тонким проводом в изоляции. В устройстве использованы постоянные резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы C2-C4 могут быть любые керамические. Подстроечный резистор R5 СП5-2 или другой многооборотный, конденсаторы C1 и C3 керамические с малым ТКЕ, в качестве C1 можно также установить К73-17. Светодиодные индикаторы HG1, HG2 можно заменить АЛС324Б (с общим анодом), подключив входы S преобразователей кода и общие электроды индикаторов к общему проводу. Микросхемы DD4, DD5 можно заменить К176ИД3. Транзисторы VT1, VT3 любые из серии КТ315.

Налаживание собранного прибора начинают с установки тока зарядки конденсатора C1. Для этого включают микроамперметр в разрыв между стоком транзистора VT2 и точкой соединения конденсатора C1 с коллектором VT3 и подбором резистора R1 устанавливают ток около 20 мкА. После этого подают на вход устройства напряжение, соответствующее верхней границе диапазона измерений, и резистором R5 устанавливают на индикаторах соответствующее показание. Иногда, при нечетком обнулении счетчиков (когда на индикаторах чередуются нулевые и ненулевые показания), требуется подобрать резистор R8. После регулировки, изменяя напряжение на входе, проверяют работу устройства в целом.

Наш постоянный автор Е. Яковлев из г. Ужгород предложил из старых запасов схемы включения мощных семисегментных индикаторов. Дело в том, что светодиодные индикаторы АЛС321, АЛС324, АЛС333 и другие потребляют довольно большой ток, порядка 20 мА. При динамической индикации амплитудное значение тока в несколько раз больше.

В качестве преобразователей двоично-десятичного кода в семиэлементный имеются дешифраторы К514ИД1, К514ИД2, КР514ИД1, КР514ИД2. Для совместной работы с указанными индикаторами с общим катодом они непригодны, так как максимально допустимый ток выходных ключевых транзисторов дешифраторов К514ИД1 и КР514ИД1 не превышает 4...7 мА, а К514ИД2 и КР514ИД2 предназначены только для работы с индикаторами, имеющими общий анод.

На **рис. 16** показан вариант согласования дешифратора К514ИД1 и мощного индикатора АЛС321А с общим катодом. Для примера на схеме показано включение элемента "а". Остальные элементы включают через аналогичные транзисторно-

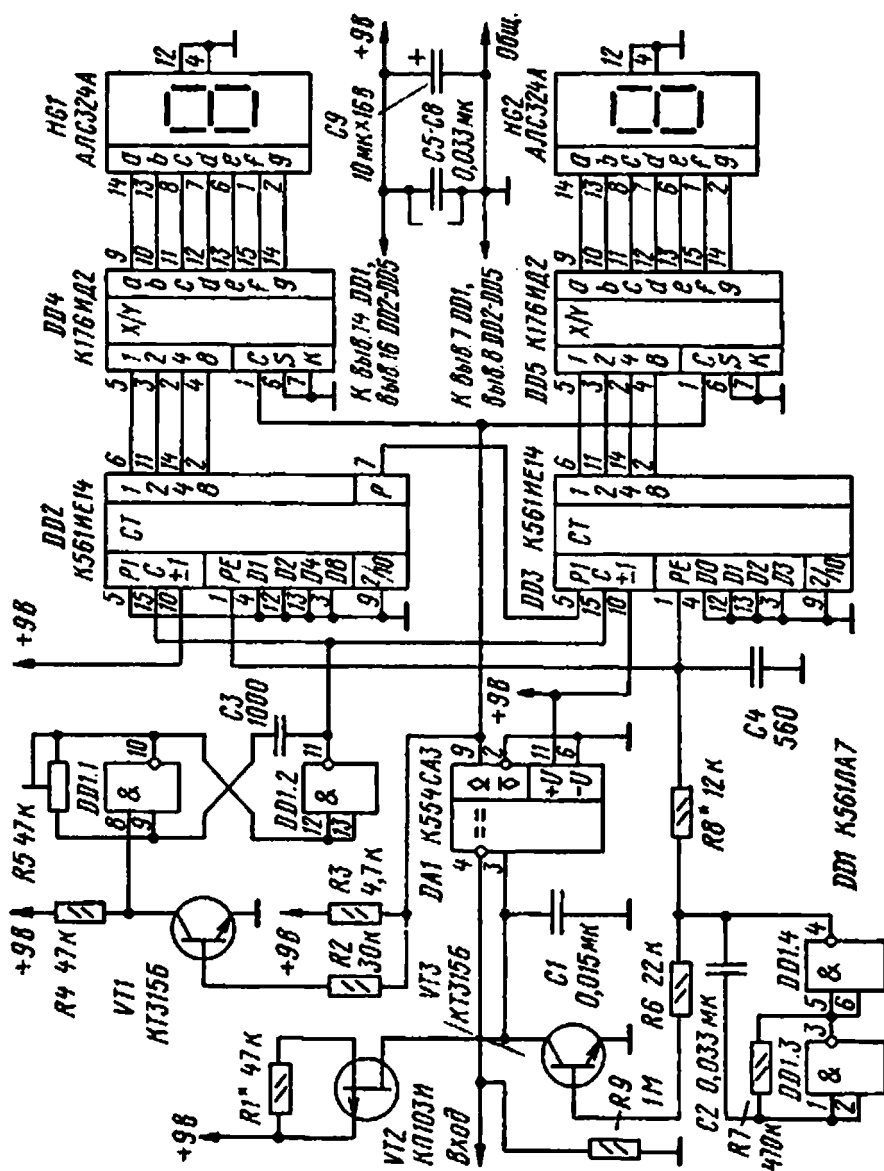


рис. 15

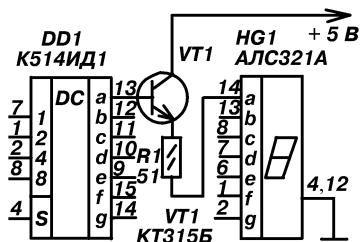


рис. 16

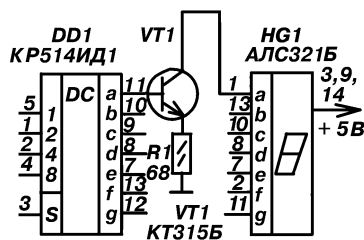


рис. 17

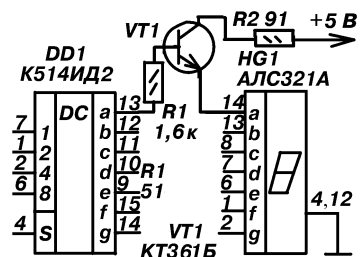


рис. 18

резисторные цепи. Выходной ток дешифратора не превышает 1 мА при токе питания элемента индикатора около 20 мА.

На рис. 17 показано согласование индикатора АЛС321Б с дешифратором КР514ИД1 по схеме с общим анодом. Этот вариант целесообразно использовать при отсутствии дешифратора К514ИД2. На рис. 18 изображена схема для включения индикатора с общим катодом.

Изображенные на рисунках схемы включения мощных индикаторов пригодны и для динамической индикации. Общий катод элементов индикатора (рис. 16, 18) соединяют с коллектором коммутационного транзистора структуры n-p-n, эмиттер которого соединяют с общим проводом устройства. В узле по схеме на рис. 17 общий анод индикатора соединяют с коллектором коммутационного p-n-p транзистора, а его эмиттер - с плюсовым проводом источника питания.

Для повышения яркости свечения элементов индикатора в динамическом режиме можно увеличить напряжение питания индикаторов или уменьшить сопротивление резисторов в эмиттерной цепи транзисторов. Амплитудное значение тока через элементы индикаторов увеличится, но среднее значение останется в допустимых пределах.

Транзисторы КТ315Б можно заменить любыми из серий КТ315, КТ3102, КТ503, а транзисторы КТ361Б - КТ361, КТ3107, КТ209, КТ501, КТ502.

В качестве визуальных индикаторов также могут служить разного рода лампы: накаливания, электронно-вакуумные, газонаполненные и т.п. Одним из представителей таких индикаторов является разработка уже упоминавшегося А. Коллинсона (<http://www.mitedu.freeseerve.co.uk>), посвященная дублированию дверного замка световым индикатором.

Эта схема (рис. 19) должна использоваться только со звонками соленоидного типа, электронные и мелодичные звонки работать с этим индикатором не будут.

Схема очень простая, по признанию автора самое трудное в ней - это придумать название этой конструкции, а сделать - запросто. Использование добавочного резистора R1 уменьшает потребляемый ток, а если звонок работает от батарей, то продлевается срок их работы. Величина R1 выбрана так, чтобы на нем

падало приблизительно 0,6...0,7 В, а дверной звонок при этом все еще звонит. Для каждого конкретного звонка R1 подбирается отдельно.

Индикатор радиационной опасности, предложенный В. Кубышкиным (М-К 12/91), в качестве сигнализатора использует неоновую лампу. Разница между ней и лампой накаливания заключается в ее меньшей яркости, существенно меньшем потреблении тока, следовательно, она не греется и не требует дополнительных ухищрений по экономии.

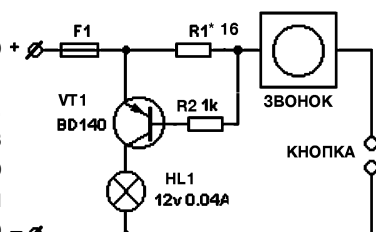


рис. 19

Схема индикатора радиационной опасности (рис. 20) проста и надежна и не требует точных режимов работы, так как не измеряет величины, а только индицирует наличие источника радиации и приблизительную его опасность с помощью увеличения числа вспышек неоновой лампы. Причем индикатор реагирует и на естественный радиационный фон, что очень удобно для проверки работоспособности прибора и контроля радиационной опасности при росте частоты мерцаний.

Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В. Для работы ионизационного датчика используется схема удвоения напряжения на полупроводниковых диодах VD1, VD2 и конденсаторах C1, C2. Ионизационный датчик подключен к схеме удвоения через резистор R2. Резисторы R1 и R4 обеспечивают необходимые выходные напряжения. Для упрощения устройство не содержит стабилизатора высокого напряжения.

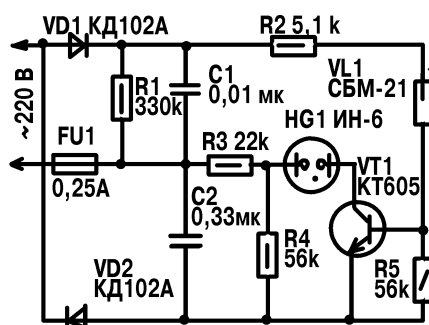


рис. 20

При попадании частицы в датчик происходит ионизация газа, и через датчик потечет ток. Гашение импульса осуществляется самим датчиком. Импульсы с датчика поступают на транзистор VT1. В его коллекторную цепь включена неоновая лампа HG1 через резистор R3, ограничивающий коллекторный ток. Питание транзистора осуществляется от однополупериодного выпрямителя VD2, C2.

В приборе могут использоваться различные датчики с рабочим напряжением 360-540 В типа СБМ-21, СБМ-11, но можно применить и СБМ-20, СТС-20, СТС-5 (правда, в этом случае габариты прибора возрастут).

В индикаторе применены широко распространенные детали. Диоды VD1, VD2 типа КД102, конденсаторы C1 и C2 соответственно МБМ и К73-11, резисторы типа МЛТ-0,5. Транзистор может быть марки КТ605А, КТ605Б или КТ605БМ. В качестве неоновых индикаторов допустимо использовать ИН-6, ТН-0,2 и др.

## Индикаторы

Работоспособность прибора устанавливается по отдельным вспышкам неоновой лампы, свидетельствующим о естественном радиационном фоне. Если же в исследуемом объекте (почва, продукты питания) имеются радионуклиды, частота вспышек индикатора увеличивается.

В заключение отметим интересную особенность прибора: при поднесении его к калийным удобрениям (KCl) наблюдается увеличение частоты вспышек. Это говорит о высокой чувствительности индикатора, способности реагировать даже на слабое излучение радиоактивного изотопа калия, входящего в незначительных количествах в удобрения.

Особо следует обратить внимание на соблюдение правил техники электробезопасности при изготовлении и наладивании индикатора. Он питается от сети напряжением 220 В, поэтому все работы с прибором следует проводить при закрытом корпусе. Особенно тщательно необходимо изолировать сетевой ввод, а также места крепления питающих проводов к корпусу.

Конденсаторы C1, C2 должны быть рассчитаны на напряжение 400-630 В (при отключении прибора от сети они разряжаются автоматически через резисторы R1, R3, R4). Категорически запрещается эксплуатировать прибор с “жучком” вместо предохранителя FU1, при высокой влажности окружающего воздуха, при попадании влаги внутрь корпуса.

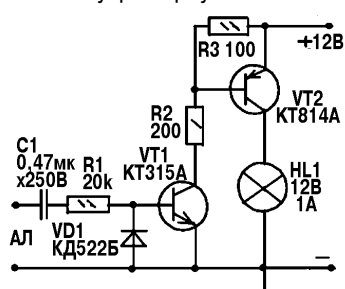


рис.21

Еще один индикатор вызова из телефонной темы, но уже ламповый, представлен на <http://web.sinn.ru/~varnavino/remont.htm>. Его схема показана на **рис.21**. Схема опять проста и не требует дополнительных пояснений.

На очереди стрелочные индикаторы. Опять, пустившись на хитрость, представляем вольтметр как индикатор величин напряжений и показываем его схему на **рис.22**. Эта схема выставлена на сайте <http://users.otenet.gr/~athsam>. Входной КМОП транзистор в микросхеме ОП СА3140 создает

высокое входное сопротивление вольтметра постоянного тока, хотя это сопротивление ограничено величиной 10 МОм резисторами делителя напряжения. Выключатель S1 предназначен для выбора диапазона измерений.

Перед первым включением нужно выставить механический нуль стрелочного прибора на предел измерения 100 мкА. Потом включить прибор, закоротить вход и резистором TR1 добиться нулевых показаний. TR2 используется для калибровки вольтметра так, чтобы полное отклонение стрелки на всех трех диапазонах было 1 В, 10 В и 100 В.

Питающее напряжение может быть в пределах 8...20 В. Потребление тока - меньше 6 мА при 12 В. Точность этого вольтметра зависит главным образом от качества прибора на предел 100 мкА и тщательности калибровки прибора.

Компоненты индикатора: R1 8,2 МОм, R7 1 кОм, C2-C3 0,01 мкФ на 25 В, R2-

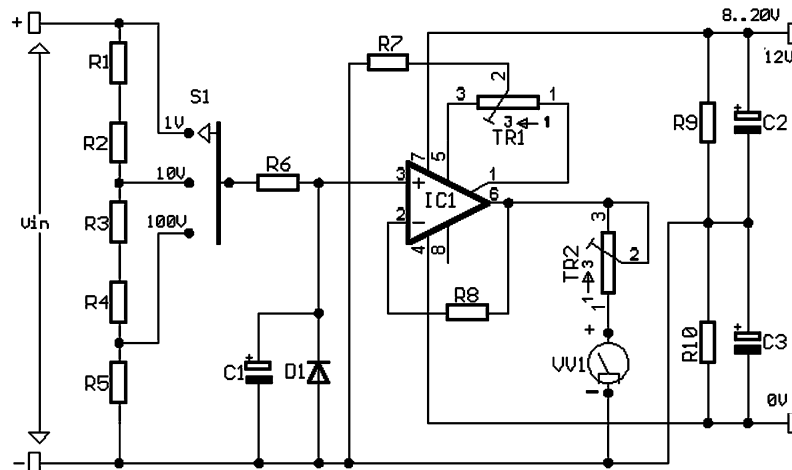


рис.22

R3 820 кОм, R9-R10 10 кОм, D1 1N4148, R4 82 кОм, TR1 10 кОм, IC1 CA3130, R5 100 кОм, TR2 25 кОм, VV1 прибор на 100 мкА, R6-R8 47 кОм, C1 0,0015 мкФ x 25 В.

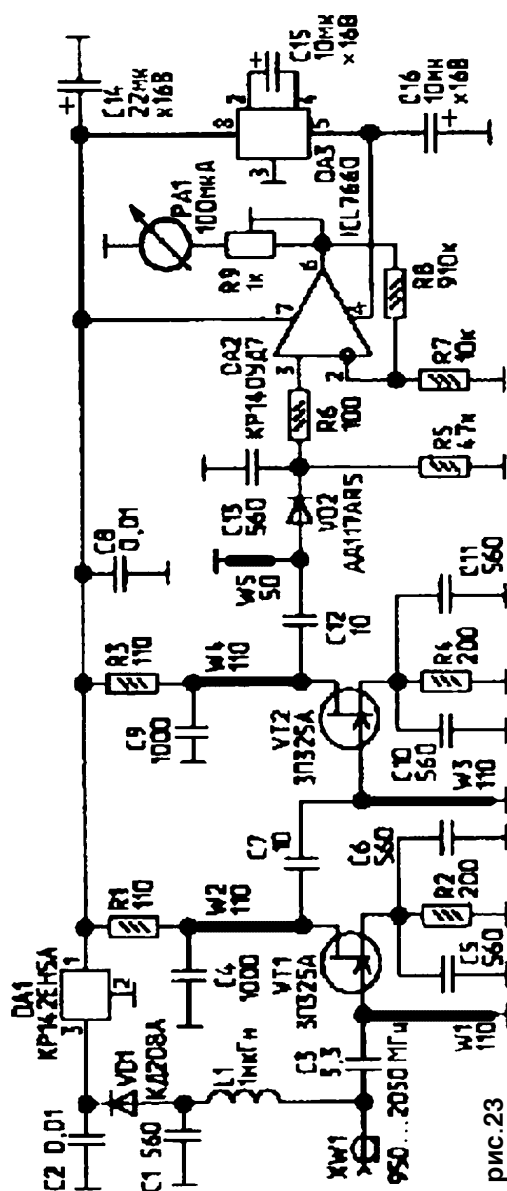
Другой прибор - стрелочный индикатор настройки антенн спутникового телевидения В. Федорова (РМ №8/2001) предназначен для более точной настройки антенны спутникового телевидения на спутник, что в конечном итоге обеспечивает более качественный прием TV сигнала.

На **рис.23** изображена схема индикатора, который меряет мощность первой ПЧ (950-2500 МГц), т.е. подключается к выходу конвертора, что позволяет одним прибором производить настройку антенн в любом диапазоне от L (1...2 ГГц) до K (20...30 ГГц).

Устройство состоит из двух усилительных каскадов на VT1, VT2 с микрополосковыми четвертьволновыми дросселями с волновым сопротивлением 110 Ом (W1-W4) и 50 Ом (W5), детектора на VD1, УПТ на ОУ DA2 и стрелочного индикатора PA1. Питание осуществляется через ФНЧ L1C1C2 и интегральный стабилизатор DA1 от постоянного напряжения, инжектируемого СТБ - тюнером в кабель снижения. DA3 - инвертор напряжения, формирует - 5 В из + 5 В для питания ОУ.

Прибор для индикации статических электрических полей или, попросту говоря, электрическая "лоза", представлен на <http://www.mitedu.freemove.co.uk>. Полевой транзистор на входе схемы (**рис.24**) делает индикатор похожим на уже рассмотренные схемы для поиска скрытой проводки, только назначение его несколько другое и чувствительность более высокая, потому что он оперирует напряжениями на уровне единиц микровольт.

Входной транзистор подключен с открытой базой, к которой подключен только



отрезок медного провода длиной 20-30 см. Без фиксированного смещения по постоянному току полевой транзистор реагирует на микровольтовые изменения напряжения или напряженности поля. Лучше не размещать схему на печатной плате, где возможны наводки и утечки, а спаять напрямую детали между собой в изолированной рукоятке прибора.

Поскольку статическое электричество не имеет положительного или отрицательного заряда, используется стрелочный прибор со средним положением стрелки. Полное отклонение должно быть не более 250 мкА для большей чувствительности. При настройке режима транзистора лучше отключить индикаторный прибор, иначе можно погнуть стрелку.

Для проверки работы индикатора разместите его на расстоянии 5 м от включенного телевизора. При включении индикатора стрелка отклонится на максимум шкалы, затем постепенно вернется на определенную величину, фиксирующую определенное значение заряда на кинескопе. Первоначальный бросок связан с наличием положительных ионов в воздухе комнаты, которые возникают из-за воздействия рентгеновского излучения экрана и рекомбинируют на датчике поля индикатора.

В заключение представляем индикатор эмоций человека или простую схема (**рис.25**) детектора лжи (<http://www.aaroncake.net>), который может быть построен всего за



несколько минут, но может быть невероятно полезен, когда Вы захотите узнать правду. Это не столь сложный прибор, как

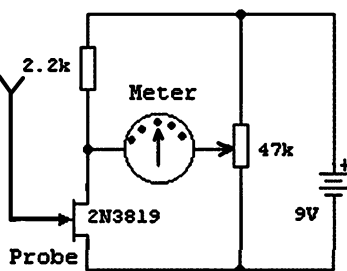


рис. 24

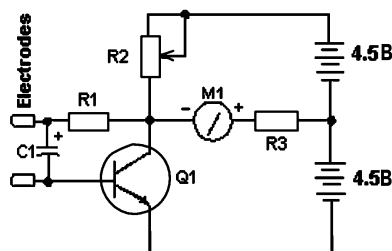


рис. 25

те, которые используют профессионалы, но работает также, потому что меряет сопротивление кожи человека, которое уменьшается, когда он лжет.

Электроды должны плотно прилегать к телу, чтобы обеспечить хороший электрический контакт. Прикладывать их следует к тыльной стороне руки на расстоянии 2-3 см друг от друга. Для проверки придумайте вопросы, ответы на который знаете Вы и испытуемый, но ответ должен быть противоположным.

Компоненты схемы: R1 33 кОм, R2 5 кОм, R3 1,5 кОм, C1 0,001 мкФ х 16 В, Q1 2N3565, M1 микроамперметр.

## Справочник БР

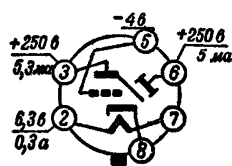


рис. 26

### 6E5C

Электронно-вакуумный индикатор настройки.

Необходимые параметры для включения индикатора в схему показаны на рис. 26. Дополнительные параметры:







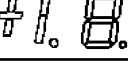
Крутизна ВАХ	1,2 мА/В
Коэффициент усиления	24
Сопротивление анодной цепи	1 кОм

### Сегментные светодиодные индикаторы

Такие индикаторы представляют собой панель, на которой определенным образом расположены сегменты со встроенными светодиодами. Ниже в табл. 1 приведены данные на некоторые из них. Буква Е в обозначении означает красный цвет свечения, яркость 0,7 мКд. Разводка соединений светодиодов сегментов может быть с общим катодом или с общим анодом.

Подбирая необходимый набор из панелей с разным изображением, можно сконфигурировать цифровой дисплей на любое количество знаков с фиксированной или плавающей запятой.

Таблица 1


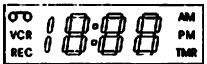
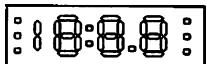




№ по каталогу	Высота знакоместа, мм	Изображение индикатора
E10304	7,22	
E10362	9,14	
E10432	10,92	
E10502	12,7	
E10563	14,22	
E10805	20,32	
E20563	14,22	

**Точечные светодиодные индикаторы**

Буква D в обозначении означает красный цвет свечения, яркость 0,5 мКд.

№ по каталогу	Диаметр точки (мм)/ количество столбцов и строчек	Изображение индикатора
D02571	2/5x7	
D03571	3/5x7	
D03581	3/5x8	
D05571	5/5x7	
D05572	5/5x7	
D05581	5/5x8	
D05582	5/5x8	

## Индикаторы специального назначения

№ по каталогу Цвет свечения	Высота/ширина индикатора, мм, яркость	Изображение индикатора
E40405 Красный	16,8x62 0,7 мКд	
E40406 Красный	15x500 7 мКд	
E40351 Красный	14x35 0,7 мКд	
B-2 Красный	7,5x14 13 мКд	
B-5 Красный	10,1x12,7 13 мКд	
B-10 Красный	10,1x25,3 13 мКд	
F90362 (для АОНа) Оранжево-красный	11x43,4 6 мКд	

## Жидкокристаллические индикаторы

Модель индикатора, рис.	Физ. размеры (W x L) , мм	Размеры видимой области (W x L) , мм	Размеры точки (W x L) , мм	Размеры символа (W x L) , мм
PC 0802-A, 1	58.0 x 32.0	38.0 x 16.0	0.56 x 0.66	2.96 x 5.56
PC 0802-L, 1	84.0 x 44.0	63.0 x 25.0	1.15 x 1.36	6.07 x 11.44
PC 1002-A, 2	84.0 x 44.0	60.5 x 18.5	0.40 x 0.45	4.80 x 5.84
PC 1202-A, 3	55.7 x 32.0	46.7 x 17.5	0.45 x 0.60	2.65 x 5.50
PC 1601-A, 4	80.0 x 36.0	64.5 x 13.8	0.55 x 0.75	3.07 x 6.56
PC 1601-E, 4	80.0 x 36.0	65.0 x 16.0	0.55 x 0.75	3.07 x 6.56
PC 1601-F, 4	80.0 x 36.0	65.0 x 16.0	0.55 x 0.75	3.07 x 6.56



рис.1



рис.2



рис.3

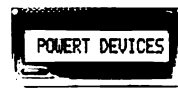


рис.4

## Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
МК308	Программируемое устр-во упр-я шаговым двигателем	131	АК059	Высокочастотный пьезоизлучатель	32
МК317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165	АК076	Миниатюрный пьезоизлучатель	25
МК318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67	АК095	Инфракрасный отражатель	25
МК319	Модуль защиты от накипи	49	АК109	Датчик для охранных систем	34
МК320	Проблесковый маячок 5...12 В/1 А/1...2,5 Гц	39	АК110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
МК321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60	АК157	Ультразвуковой пьезоизлучатель	58
МК324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195	МК035	Ультразвуковой модуль для отпугивания насекомых	89
МК324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113	МК056	3-полосный фильтр для акустических систем (модуль)	43
МК324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80	МК063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
МК325	Модуль лазерного шоу	96	МК064	"Бегущие огни" 220 В/50 Вт	94
МК326	Декодер VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card)	269	МК067	Регулятор мощности 1200 Вт/220 В (модуль)	82
МК327	Телеграфный манипулятор "СТЕПС"	270	МК071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	84
МК328	Телеграфный манипулятор "ЭКПИПС"	340	МК072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	82
МК350	Отпугиватель грызунов "ТОРНАДО" (модуль)	156	МК074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
НК001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38	МК075	Ультразвук, отпугиватель насекомых и грызунов (модуль)	92
НК002	Сирена воздушной тревоги 2 Вт	28	МК077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
НК004	Стабилизированный источник питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59	МК080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (модуль)	88
НК005	Сумеречный переключатель	55	МК081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (модуль)	40
НК005/в кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73	МК084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
НК008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	56	МК085	Проблесковый маячок 220 В/300 Вт (модуль)	95
НК010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38	МК107	Стац. ультразвуковой отпугиватель насекомых и грызунов	66
НК013	Электронный предохранитель	52	МК113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
НК014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69	МК119	Модуль индикатора охранных систем	36
НК016	Полицейская сирена 15 Вт	31	МК152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
НК017	Преобразователь напряжения для люминесцентных ламп	63	МК153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	40
НК021	Ковк-сирена 15 Вт	29	МК156	Автомобильная охранная сигнализация (модуль)	83
НК022	Стереофонический темброблок	90	МК284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
НК024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	МК286	Модуль управления охранными системами	203
НК027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	МК287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения (модуль)	56
НК028	Ультразвуковой свисток для собак	53	МК290	Генератор ионов (модуль)	130
НК029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	МК301	Лазерный излучатель (модуль)	151
НК030	Стереоусилитель НЧ 2x8 Вт	94	МК302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
НК032	Голос робота	69	МК304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр-я шаговым двигателем	101
НК033	Имитатор звука морского дирижабля	61	МК305	Программируемое устр-во упр-я шаговым двигателем	136
НК037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	(модуль)		
НК038	Дверной звонок	25	МК306	Модуль управления двигателем постоянного тока	
НК040	Стереофонический усилитель НЧ 2x2,5 Вт	65			

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке

# Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NK146	Исполнительный элемент 12 В	28	NK043	Электронный гонг (3 тона)	64
NK146/в	кор.Исполнительный элемент с корпусом	45	NK045	Сетевой флигър	46
NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	58	NK046	Усилитель НЧ 1 Вт	30
NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59	NK050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71	NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23
NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188	NK052	Электронный репеллент (отпугиватель насекомых)	24
NK155	Сирена ФБР 15 Вт	28	NK057	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA2005, мост.)	44
NK289	Преобразователь пост. напряжения 12 В в 220 В/50 Гц	67	NK058	Имитатор звука паровоза	70
NK291	Сигнализатор задмыленности	65	NK082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52
NK292	Ионизатор воздуха	58	NK083	Инфракрасный барьер 50 м	87
NK293	Металлоискатель	56	NK086	Отоприемник	36
NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220 В/500 Вт	124	NK089	Фотореле	44
NK295	"Бегущие огни" 220 В 10г100 Вт	83	NK092	Инфракрасный прожектор	78
NK296	"Бегущие огни" 220 В 3г500 Вт	109	NK106	Универсальная охранная система	67
NK297	Стробоскоп	75	NK108	Термореле 0...150°C	49
NK298	Электрошок	111	NK112	Цифровой электронный замок	94
NK299	Устройство защиты от накали	37	NK114	Миниатюрная охранная система	29
NK300	Лазерный световой эффект	110	NK117	Индикатор для охранных систем	25
NK303	Устройство управления шаговым двигателем	83	NK120	Корабельная сирена 2 Вт	28
NK307	Инфракрасный секундомер со световым барьером	140	NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79
NK307А	Дополнительный инфракрасный барьер для NK307	80	NK126	Сенсорный выключатель	59
NK314	Детектор лжи	46	NK127	Передачик 27 МГц	63
NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	80	NK128	Корабельная сирена "ТУМАН"	27
NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56	NK130	"Космическая" сирена 15 Вт	35
NM1011	Стабилизатор напряжения 5 В/1 А	40	NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	99
NM1012	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33	NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28
NM1013	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40	NK134	Электронный стетоскоп	64
NM1014	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	37	NK135	Звуковой сигнализатор уровня воды	29
NM1015	Стабилизатор напряжения 15 В/1 А	45	NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	90
NM1016	Стабилизатор напряжения 18 В/1 А	39	NK137	Микрофонный усилитель	56
NM1017	Стабилизатор напряжения 24 В/1 А	39	NK138	Антенный усилитель 30...850 МГц	63
NM1021	Регулируемый источник питания 1,2...20 В/1 А	38	NK139	Конвертер 100...200 МГц	89
NM1022	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/1 А	56	NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт	133
NM1031	Преобразователь однополяр. пост. напр. в пост. двуполяр.	26	NK141	Стереоскодер	48
NM1032	Преобразователь 12 В/220 В с радиаторами	124	NK142	Индикатор сигнала на 30 светодиодах	98
NM1034	Преобразователь 24 В в 12 В/3 А	73	NK143	Юный электротехник	56
NM1035	Универсальный преобразователь 7...30 В в 1,2...20 В/3 А	79	NK145	Звуковой сигнализатор уровня воды (SMD)	40

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке

## Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NM3101	Автомобильный антенный усилитель	28	NM1041	Регулятор мощности 650 Вт/220 В	61
NM3201	Приемник УКВ ЧМ (стерео)	134	NM1042	Регулятор температуры с малым уровнем помех	63
NM4012	Датчик уровня воды	19	NM2011	Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором	110
NM4013	Сенсорный выключатель	26	NM2011/MOSFET	Усилитель НЧ 80 Вт на полевых транзисторах	105
NM4014	Фотоприемник	30	NM2012	Усилитель НЧ 80 Вт	81
NM4015	Инфракрасный детектор	30	NM2021	Усилитель НЧ 4г11 Вт/2г22 Вт с радиатором	77
NM4016	Термореле 20...120°C	39	NM2031	Усилитель НЧ 4г30 Вт/2г60 Вт с радиатором	99
NM5032	Музыкальный электронный дверной звонок (7 мелодий)	87	NM2032	Усилитель НЧ 4г40 Вт/2г80 Вт с радиаторами	100
NM5034	Корабельная сирена "ТУМАН" 5 Вт	25	NM2033	Усилитель 100 Вт без радиатора	60
NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды	28	NM2034	Усилитель НЧ 70 Вт TDA1562 (автомобильный)	93
NM5036	Генератор Морзе	25	NM2035	Усилитель Hi-Fi НЧ 50 Вт TDA1514	63
NM5037	Метроном	25	NM2036	Усилитель Hi-Fi НЧ 32 Вт TDA2050	50
NM5039	Музыкальный оповещатель звуковой	59	NM2037	Усилитель Hi-Fi НЧ 18 Вт TDA2030A	42
NM5101	Синтезатор световых эффектов	123	NM2038	Усилитель Hi-Fi НЧ 44 Вт TDA2030A+BD907/908	68
NM5201	Блок индикации "светящийся столб"	46	NM2039	Автомобильный УНЧ 2г40 Вт TDA8860Q/8563Q	70
NM5202	Блок индикации - автомобильный вольтметр "свет. столб"	49	NM2040	Автомобильный УНЧ 4г40 Вт TDA8571J	92
NM5301	Блок индикации "бегающая точка"	44	NM2041	Автомобильный УНЧ 22 Вт TDA1516BQ/1518BQ	43
NM5302	Блок индикации - автомобильный вольтметр "бег. точка"	46	NM2042	Усилитель 140 Вт TDA7293	100
NM5401	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	55	NM2043	Мощный автоусилитель мостовой 4г77 Вт (TDA7560)	206
NM6011	Автомобильный тахометр на инд. "свет. столб"	53	NM2051	Двухканальный микросфонный усилитель	30
NM8011	Контроллер электромеханического замка	151	NM2111	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	100
NM8012	Тестер RS-232	15	NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	85
NM8013	Тестер DC-12V	15	NM2113	Электронный коммутатор сигналов	71
NM8021	Тестер AC-220V	13	NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	56
NM8022	Зарядное устройство для батареек Ni-Cd/Ni-Mh	20	NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	45
NM8041	Металлоискатель на микроконтроллере	119	NM2116	Активный 3-полосный фильтр	51
NM8042	Импульсный металлоискатель на микроконтроллере	160	NM2117	Активный блок для сабвуферного канала	66
NM8051	Частотомер, универсал. цифр. шкала (базовый блок)	247	NM2118	Предварительный стереосфон. регул. усилитель	45
NM9211	Программатор для МК AT89S90S фирмы ATMEL	165	NM2202	Логарифмический детектор	26
		122	NM2223	Стерео индикатор уровня сигнала "бегающая точка"	84

Каждый набор состоит из печатной платы, компонентов, необходимых для сборки устройства, и инструкции по сборке. Все, что нужно сделать, - это выбрать из каталога заинтересовавший Вас набор и при помощи паяльника собрать готовое устройство. Если все собрано правильно - устройство заработает сразу без последующих настроек.

Вы можете заказать эти наборы через редакцию. Стоимость указанная в прайс-листе не включает в себя почтовые расходы, что может составлять 8...15% от суммы заказа. Для получения заказа Вам необходимо прислать заявку на понравившийся Вам набор по адресу:

«Издательство «Радіоаматор» ("МАСТЕР КИТ")», а/я 50, Киев-110, 03110. В письме четко укажите кодовый номер изделия, его название и Ваш обратный адрес. Заказ высылается наложенным платежом. Срок получения заказа по почте 2...4 нед. Контактный тел./факс (044) 219-30-20, e-mail: val@sea.com.ua.

Получите информацию Вы можете получить, прочитав книгу «Собери сам 55 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ"» (см. "Книга-почтой")

## Книга-почтой

**При покупке книг на сумму более 60 грн. получаете в подарок каталог "Вся радиоэлектроника Украины"!!!**

"Радиоаматор" - лучшее за 10 лет. Сборник. К.: Радиоаматор, 2003г., 288 с.	20.00
Собери сам 55 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ" М.: Додека, 2003г. 272с.	22.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., НиТ, 2003г. 380с.	34.00
Источники питания моноблоков и телевизоров. Лукин Н.В. НиТ., 136с. А4	14.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды А...З. Справочник. Изд. 2-е пер. и доп., 2003г., 760 с.	54.00
Микроконтроллеры для видео- и радиотехники. Вып. 18. Спр.-М. Додека, 2001г., 208 с.	24.00
Микросхемы для импортных видеомагнитофонов. Справочник.-М.: Додека, -288с.	24.00
Микросхемы для совр. импортных телевизоров. Вып. 4, 22 Справочник.-М.: Додека, 2003г., 288с.	24.00
Микросхемы современных телевизоров. "Ремонт" №33 М.: Солон, , 208 с.	15.00
Микросхемы соврем. заруб. усилителей низкой частоты. Вып. 7, вып. 9. Спр. По 288 с.	24.00
Микросхемы для современных импульсных источников питания. Вып. 11. Спр.-288 с.	26.00
Микросхемы для импульсных источников питания. Вып. 20. Спр., 2002г.-288 с.	24.00
Микросхемы для управления электродвигателями. Вып. 12, вып. 14. М. Додека, 2000 г., по 288 с.	26.00
Цифровые КМОП микросхемы. Партала О.Н. - НиТ, 2001 г., 400 с.	38.00
Микроконтроллеры? Это же просто! Том 1, 2, 3. Фрунзе А.В. 2002г., 336с., 384с.	28.00
РЭС-микроконтроллеры. Практика применения. Таверные К.- М.: ДМК, 2003г., 272с.	29.00
Справочник по РЭС-микроконтроллерам. Майкл Предко., М.: ДМК, 2002 г., 512с., ил.	39.00
Цифровые интегральные микросхемы. Справочник. Мальцев П.П., М. "РиС" -240с. А4	18.00
Интегр. микросхемы. Перспективные изделия. Вып. 1, 2, 3 -М.: Додека, по 64 стр.	5.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K507-K543, М. "Радиософт", 544 с.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K565-K599, М. "Радиософт", 2000г.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K1044-1142, М. "Радиософт", 2000г.	35.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Сер. K1815-6501, М. "Радиософт", 2001г.	35.00
Телевизионные микросхемы PHILIPS. Книга 1. Пономаренко А.А.-М.: Солон, -180с.	12.00
Взаимозамена японских транзисторов. Донец В.- М.: Солон, 368с.	24.00
Цветовая и кодовая маркировка радиоэлектронных компонентов отечественных и зарубежных.	12.00
Цвет, код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И., -М.: Солон, 2002г., 216с.	17.00
Маркировка электронных компонентов. Изд. 2-е испр. и дополн. "Додека" 2002г., 208 с.	15.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов. Мукосеев В.В., М.-ГЛ-Телеком, 2001г., 352 с.	27.00
Операционные усилители и компараторы. Справочник. - М.: ДОДЭКА, 2001 г., 560 с. А4	44.00
Оптоэлектронные приборы и устройства. Быстров Ю.А., М.: Радиософт, 256с.	21.00
Зарубеж. диоды и их аналоги. Хрулев А. Справ. т.1, т.2, т.3, т.4, т.5, т.6. М. "Радиософт", по	39.00
Зарубежные микропроцессоры и их аналоги. Справ. т.1, т.2, т.3, т.4, т.5. М. "Радиософт", по 576с. 2001г.	42.00
Зарубежные аналоговые микросхемы и их аналоги. Справ. т.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. М. Радиософт 2000г.	39.00
Аналоги отечественных и зарубежных транзисторов. Справочник. Петухов В.М., 2002г., 320с.	16.00
Эквалайзеры. Эффекты объемного звучания. Любит. схемы. Халоян А.А.-М. Радиософт 2001г.	20.00
Справочник по схемотехнике усилителей. Ежков Ю.С., М.: Радиософт. 2002г., 272 с.	26.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.: Додека, 2002г., 256с.	16.00
Устройство аудио- и видеоаппаратуры. От детекторного приемника до ЧМ стереоресивера. 288с.	24.00
Цифровая схемотехника. От логич. элемента до перспективных БИС/СБИС. Учебн. пособие. 518с.	28.00
Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. Библиотека инженера. М.: Солон, 2002г., 512с.	49.00
Энциклопедия практической электроники. Дэвид Рутледж. М.: ДМК, 2002г., 528с.	49.00
Энциклопедия радиолюбителя. Пестриков В.М.- СПб: НиТ, 2000г., 368с.	20.00
Микропроцессорное управление телевизорами. Виноградов В.А., НиТ, 2003г., 144с.	15.00
Сервисные режимы телевизоров. Кн. 1 - кн. 12. Виноградов В., Корякин-Черняк С.Л., НиТ 2002г.	19.00
Телевизионные процессоры системы управления. Изд. 2-е. Журавлев В.-С.П.: НиТ, 2001 г. 512 с.	25.00
Телевизоры HORIZONT. Корякин-Черняк С.Л.-С.П.: НиТ, 2002 г., 160с. + сх.	24.00
Телевизоры LG. Шаши MC-41A/B, MC-994A, MC-84A, MC-64A. - С.П.: НиТ, 2002 г., 144с. + сх.	24.00
Телевизоры LG. Шаши MC-51B, MC-74A, MC-991A. Пьянов Г., С.П.: НиТ, 2003г. 138с. +схемы.	23.00
Телевизоры DAEWOO и SAMSUNG. Серия Телемастер. Безверный И.Б., 2003г., 144с. +сх.	32.00

### Оформление заказов по системе "Книга-почтой" для организаций

Оплата производится по б/н расчету согласно выставленному или почтой по адресу: издательство "Радиоаматор", а/я 50, Киев-110, 03110, или по эл. почте val@sea.com.ua. В заявке укажите книги, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 219-30-20 свой номер факса, почтовый адрес, ИНН и № с-ва плат. налога.

## Книга-почтой

Срок получения заказа по почте 1-3 недели с момента оплаты.  
По всем вопросам, связанным с разделом "Книга-почтой", просьба обращаться по т.ф. 219-30-20, email: va@sea.com.ua.

Переносные цветные телевизоры.Справочник. Бриллиантов Д.П.-М.:Радиософт,304с.	21.00
Цветные телевизоры. Пособие по ремонту.Ельшкевич С.А.,Пескин А.Е. М.:Г.Л-Телеком, 352 с.	30.00
Усовершенствование телевизоров 3...5УСЦТ.Рубаник В. Н.ИТ., 2000 г.288с.	24.00
"Чистый звук" твоего телевизора. Справочное пособие. Гайдель Э., 2002г.,176с.	19.00
Руководство по цифровому телевидению. Ричард Брайс.-М.:ДМК, 2002г.,288с.	39.00
Цифровая электроника. Партала О.Н., Н.ИТ, 2000 г. - 208 с.	19.00
Цифровые устройства и микропроцессорные системы.изд-е 2-е. Калабеков Б.А., 2002 г., 336с.	23.00
Карманный справочник радиоинженера. Джон Дэвис. М.:Дюда,2002г., 544с.	33.00
Справочник домашнего электрика. Корякин-Черняк С., СПб:Н.ИТ, 2003г.,430с.	33.00
Теория и расчет многообмоточных трансформаторов. Хныков А.В., М.:Солон. 2002г.,112 с.	14.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.Л. -К.:Н.ИТ, 2000 г. 352с.	16.00
СИ-БИ связь, дозиметрия, ИК техника, электрон. приборы, ср-ва связи. Ю.Виноградов,2000г.240с.	9.00
Антенны.Настройка и согласование.Григорьев И.Н.,М.:Радиософт, 2002 г., 272с.	26.00
Антенны. Городские конструкции. Григорьев И.Н., М.:Радиософт, 2003г.,304с.	39.00
Антенны телевизионные.Конструкции, установка, подключение. Пясецкий В.,2000г.,224с.	15.00
Выбери антенну сам. Нестеренко И.И. изд.-е 2-е переработанное и исправленное. 256с.	15.00
Радиолубительский High-End, "Радиоаматор", -120с.	9.00
Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий. Щедрин А.И.,М.:Телеком, 2003г.176с.	29.00
Техника электролова рыбы. Ходырев В. М.:Солон,2003г.,144с.	17.00
Электронные устройства для рыбалки. Изабель Ги.-М.:ДМК, 2001г.	15.00
Электроника для рыболова. Шелестов И.П. М.:Солон, 2001г. 208 с.	16.00
Энциклопедия электронных схем.Вып.2, Граф Р. М.:ДМК,2001г.384с.	32.00
450 полезных схем радиолубителям. Шшустов М.А.,2003г.,352с.	25.00
Практическая схемотехника.Кн.2. Источники питания и стабилизаторы. Шустов М.А.,2002г.	19.00
Практическая схемотехника.Кн.3. Преобразователи напряжения. Шустов М.А.,М.:Альтекс,2002г.	19.00
Практическая схемотехника.Кн.4. Контроль и защита источников питания. Шустов М.А.,2002г.	19.00
Проектируем и строим осциллограф. Городецкий И.В., М.:Солон, 2002г.	11.00
Радиолубителям полезные схемы.Кн.3. Дом. авт.,прист.к телеф.,охран. М.Солон,2000.,240 с.	18.00
Радиолубителям полезные схемы.Кн.4. Электр. в быту.internet для радиолуб и др.,2001г.240с.	18.00
Радиолубителям полезные схемы.Кн.5. Быстрая защита РА, домашняя автоматика и др.,2003г.	18.00
Радиолубительские устройства для дома. Евсеев А.Н., М.:Солон, 2002г., 320с.	20.00
Радиолубительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Заец Н.И., М.:Солон, 2003г.368с.	39.00
Радиолубительская азбука.т.1:Цифровая техника. Колдунов А.С., М.:Солон, 2003г.,272с.	29.00
Схемы для радиолубителей. Книга 1. Брадулов П.А., М.:Альтекс, 2003г.,160с.	24.00
Школа радиолубителя. Гендин Г.С., М.:Радиософт,2003г.,208с.	37.00
Умный дом. Домашний мастер. Богданов С.В. К.:Н.ИТ., 2003г.,112с.	12.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником.Кн.1,Кн.2,Кн.3., Гриф А.,2002г., 288,328с.,240с	18.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником. Кн.4.Аудиотехника.2003г.,240с.	26.00
Юному радиолубителю для прочтения с паяльником. Мосягин В., М.:Солон., 2003г., 208с.	17.00
Автосигнализации от А до Z. Корякин-Черняк С.Л.,СПб.: Н.ИТ, 2002г., 336с.	34.00
Защита автомобиля от угона. Бирюков С.В. СПб.:Н.ИТ, 2003г.,176с.	16.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. Никамин В. 2002г.224с.	29.00
Измерения в цифровых системах связи. Практическое руководство. К.:Век+, 2002г.,320с.	29.00
Основы цифрового телевидения. Учебное пособие. Смирнов А.В., М.:Телеком,224с.	15.00
Компакт-диски	
CD-R "Радиоаматор - за 10 лет"+"РА"-1999,2000,2001,2002)+"З","К"-2000,2001,2002).	39.00
CD-R "Радиоаматор"+"Электрик"+"Конструктор" 2002г. (36 номеров журналов)	20.00

### Оформление заказов по системе "Книга-почтой" для частных лиц

Если Вас заинтересовало какое-либо из перечисленных изданий, то Вам необходимо оформить почтовый перевод на указанную сумму в ближайшем отделении связи.

Перевод отправлять по адресу: Моторному Валерию Владимировичу, а/я 53, Киев-110, 03110. В отрывном талоне почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.

**Цены даны в гривнях с учетом пересылки и действительны в течение месяца с момента выхода журнала. Для членов клуба читателей "Радиоаматора" действуют постоянные скидки. Положение о Клубе читайте в БР № 1.**