

БЛОКНОТ "РАДІОАМАТОРА"



№ 11
ноябрь
2004

Киев Издательство "Радиоаматор"

Индекс 08043

**Тематика
выпусков сборника "Блокнот "Радиоаматора" на 2005 г.**

БР № 1/05

Ремонт импортных ТВ без схем
Аэроионизаторы
Приборы электрика

БР № 2/05

ТВ антенны
Электронные игрушки
Цифровые измерительные
приборы

БР № 3/05

Коммутаторы сигналов
БП на 1,5-9 В
УКВ-передатчики

БР № 4/05

Цифровая автоматика
Защита телефонных линий
Лаборатория радиолюбителя

БР № 5/05

Радиотелефоны для ТВ
Измерители агропараметров
Стабильные ИП

БР № 6/05

Таймеры
УМЗЧ на биполярных
транзисторах
УПТ

БР № 7/05

Компьютер для измерений
Защита РЭА
Ремонт и модернизация ТЛФ

БР № 8/05

Ремонт БП импортных ТВ
Кодовые устройства
Мультиметры

БР № 9/05

ЦМУ
Осветительная схемотехника
Переговорные устройства

БР № 10/05

Генераторы на двухполюсниках
Медтехника
3ф двигатель в 1ф сети

БР № 11/05

Электроника в быту
Частотомеры
ИК приемопередатчики

БР № 12/05

Hi-Fi AC
Ремонт БП компьютеров
Фотоэлектрические ИП

Подпишись на 2005 год!

Радиоаматор



Блокнот "Радіоаматора"
щомісячний науково-популярний збірник
Зареєстрований Держкомінформ
України
сер. КВ, № 7314, 19.05.2003 р.
Засновник - Видавництво "Радіоаматор"
Видається з січня 2004 р.
№ 11 (10) листопад 2004
Київ, "Радіоаматор"

Редактор Ульянов Г.А.
Адреса редакції
Київ, вул. Краковська, 36/10, к.23

Для листів:

а/с 50, 03110, Київ-110, Україна
тел/факс (044) 573-25-82
ra@sea.com.ua
http://www.ra-publish.com.ua

Видавець:

Видавництво "Радіоаматор":
Директор Ульянов Г.А.
ra@sea.com.ua

А.М. Зинов'єв, літ. ред. т. 573-39-38
С.В. Латиш, реклама,
т/ф (044) 573-32-57,
lat@sea.com.ua

В.В. Моторний, передплата і
реалізація, т/ф (044) 573-25-82,
val@sea.com.ua

Адреса видавництва "Радіоаматор":
Київ, Солом'янська вул., 3, к. 803

Підписано до друку 12.11.2004 р.

Дата виходу в світ 25.11.2004

Формат 60x84/16. **Ум. друк. арк.** 4,54.

Облік. вид. арк. 4,35. **Індекс** 08043.

Тираж 1000 прим. **Зам.** 12/11/04

Ціна договірна.

Віддруковано з комп'ютерного набору
в друкарні ЧП "Колодій", Київ, бул.
Лепсе, 8.

При передруку посилання на Блокнот
«Радіоаматора» обов'язкове. При
листуванні разом з листом вкладайте
конверт зі зворотною адресою для
гарантованого отримання відповіді.

Якщо Ви не отримали черговий номер
за передплатою, звертайтеся до
поштового відділення за місцем
передплати.

© Видавництво «Радіоаматор», 2004

Оглавление

Усилители ЗЧ	2
Сварочные аппараты	20
Испытатели радиоэлементов	46
Полезная информация:	
Универсальный испытательный прибор.	19
Электронные наборы	
для радиолюбителей	60
Книга-почтой	63

ОТ РЕДАКТОРА

Заканчивается 2004 год, остался еще один номер БР, и можно будет подвести итоги первого года существования сборника. Но уже сейчас можно сказать о том, что у БР есть свой читатель, значит, мы делаем нужное дело.

Главное, это не останавливаться на полпути. Кто выписывал сборник, и он ему нравится, кто впервые взял его в руки и понял, - это то, что нужно, давайте продолжим наше сотрудничество. Подпишитесь на 2005 год, и каждый месяц в вашем распоряжении все многообразие радиозлектроники в систематическом изложении по темам, которые вы найдете на обложке.

Каждый номер сборника по своему уникален, потому что в нем собраны сведения, обычно разбросанные по разным источникам, которые нужно еще найти, систематизировать, а тут - все сразу в одном месте. А главное - это практическая направленность публикаций, которая не только дает материал для работы, но и будит творческую жилку, заставляет думать и творить что-то свое.

Сейчас с нами работают несколько постоянных авторов, готовящих обзоры по нашему заказу. Желающие принять участие в формировании сборника по темам, запланированным на следующий год, а также те, кто имеет обзоры по своим темам, могут обращаться в редакцию заранее, чтобы можно было распределить темы между авторами без накладок и сформировать коллектив уже к выходу первого номера 2005 г.

Редактор Георгий Ульянов

Усилители ЗЧ

Под усилителями звуковых частот (ЗЧ) традиционно понимают усилители, работающие в диапазоне частот 20 Гц...20 кГц. Усилители мощности звуковых частот на полевых транзисторах были рассмотрены в БР № 2/04, УМЗЧ на ИМС - в БР № 10/04, цифровые усилители ЗЧ - в БР № 4/04. Далее будут рассмотрены следующие типы усилителей:

- предварительные усилители сигнала;
- регуляторы тембра и громкости;
- эквалайзеры;
- усилители-корректоры для магнитофонов и проигрывателей виниловых пластинок;
- микрофонные усилители.

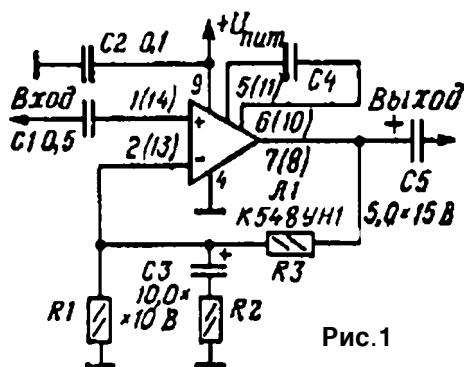
Следует отметить, что в настоящее время фирмы-производители электронных компонентов выпускают огромное количество ИМС, предназначенных для работы в качестве усилителей ЗЧ. Даже простое перечисление этих ИМС займет очень много места. Поэтому в дальнейшем будут рассмотрены только наиболее удачные или наиболее распространенные схемы усилителей ЗЧ.

1. Предусилители

Эти устройства используются для усиления сигнала какого-либо звукового источника до уровня, необходимого для работы УМЗЧ. Большое количество таких схем помещено на сайте <http://radioland.fatal.ru>. Очень удобно выполнять такие устройства на ИМС К548УН1, которая представляет собой двоярный усилитель с малым уровнем шумов, с однополярным питанием (9...30 В) и с полностью независимыми каналами.

1.1. Неинвертирующий усилитель

Он получается при включении ИМС, как показано на **рис.1** (в скобках указаны номера выводов второго канала). Максимальное входное напряжение устройства составляет примерно 0,3 В, коэффициент усиления $K_u = 1 + R_3/R_1$. Максимальное сопротивление резистора $R_1 = 240$ кОм.



Коэффициент усиления на переменном токе $K_u = 1 + R_3/R_2$. При напряжении питания 25 В (в диапазоне частот 20...20000 Гц) K_u можно сделать любым в пределах 10...1000.

Емкость конденсатора C_4 составляет 39...47 пФ. Конденсатор C_1 может иметь емкость от 0,2 мкФ и более, конденсатор C_2 - 0,1...0,2 мкФ.

Шумы этого усилителя можно снизить примерно в 1,4 раза, используя не оба, а только один из транзисторов дифференциального каскада. В этом

случае вывод 2 (13) микросхемы соединяют с общим проводом, а делитель R1C3R2R3 подключают к выводу 3 (12). Максимальное сопротивление резистора R1 1,3 кОм. Что касается резистора R3, то его сопротивление при использовании одного транзистора на входе рассчитывают по формуле: $R3 = (U_{пит}/1,3 - 1) \times R1$.

2.1. Инвертирующий усилитель

Инвертирующий усилитель (рис.2) устойчиво работает, если усиление равно или больше 10. Скорость нарастания выходного сигнала усилителя в таком включении составляет не менее 4 В/мкс (при отсутствии C4). Коэффициент усиления $K_u = R3/R1$.

Номиналы резисторов R1-R3 и конденсаторов C1, C2 и C4 выбираются так же, как и для схемы на рис.1. Необходимо отметить, что при таком включении микросхемы использовать для уменьшения шумов только один транзистор дифференциального каскада нельзя.

Эту схему, как и предыдущую, можно использовать в качестве схемы "раскачки", т.е. для согласования УМЗЧ, имеющего низкое входное сопротивление и невысокую чувствительность, с CD-плеером или подобными устройствами, а также для компенсации потерь сигнала в пассивном темброблоке.

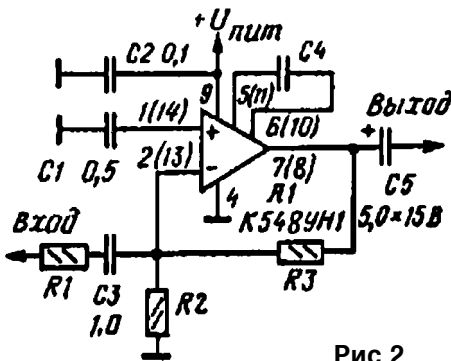


Рис.2

2. Регуляторы громкости и тембра

2.1. Тонкомпенсированный регулятор громкости

Регулятор корректирует амплитудно-частотную характеристику передачи сигнала в соответствии с особенностями слуха человека при различной громкости звуковоспроизведения. Дело в том, что ухо человека имеет неодинаковую чувствительность при прослушивании различных частот звукового диапазона: более высокую на средних частотах (500...7000 Гц) по сравнению с высокими (10000...18000 Гц) и особенно низкими (20...100 Гц), поэтому одинаковый уровень акустического воздействия на различных частотах обеспечивается различным уровнем напряжения сигнала. Это физическое явление отражено так называемыми кривыми равных громкостей Флетчера и Мунсона.

Схема тонкомпенсированного регулятора показана на рис.3. Это устройство предназначено для использования в высококачественном полном УМЗЧ. Между двумя операционными усилителями (ОУ), включенными как неинвертирующие повторители, включены элементы компенсации. Регулировка производится переменным резистором R4. Когда его движок находится в крайнем левом по схеме

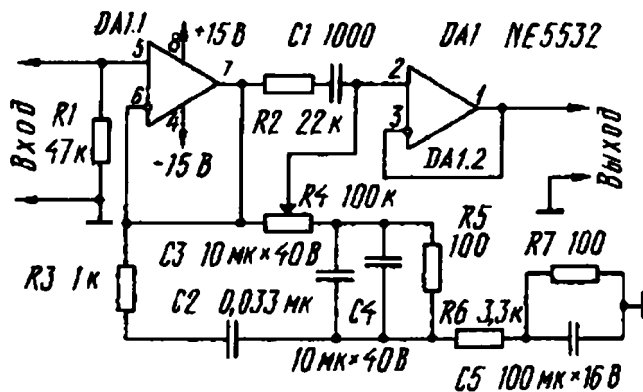


Рис.3

положении, сигнал с выхода ОУ DA1.1 передается на вход ОУ DA1.2 непосредственно. В этом случае коэффициент передачи равен 1, и АЧХ равномерна в пределах от 10 Гц до 100 кГц.

При крайнем правом положении движка переменного резистора коэффициент передачи на самых низких частотах определяется последовательно включенными резисторами R4-R6. По мере увеличения частоты в работу вступают конденсаторы C3-C5, а затем цепочка R3C2. Минимальный коэффициент передачи устройства в области 500...1500 Гц. При работе на частотах свыше 5000 Гц начинает сказываться действие цепи R2C1, и коэффициент передачи с ростом частоты повышается.

Глубина подавления частотных составляющих зависит от положения переменного резистора R4. Максимально подавление в крайнем правом положении. В устройстве были получены следующие значения (уровень АЧХ на частоте 1500 Гц принят за 0 дБ): на 20 Гц +24 дБ, на 100 Гц +17 дБ, на 200 Гц +12 дБ, на 500 Гц +4 дБ, на 5 кГц +8 дБ, на 10 кГц +10 дБ.

В качестве переменного резистора используется резистор группы В. Конденсаторы C3-C5 неполярные. Конденсаторы C1 и C2 керамические КМ-4, C3 и C4 К73-11, К73-16, К76 любой разновидности, К77-1, C5 любой неполярный оксидный. Все постоянные резисторы могут быть выбраны с мощностью рассеяния 0,125 Вт. ИМС можно применить К574УД1 или К544УД1.

2.2. Электронный регулятор громкости и баланса на ИМС К174УН12

ИМС К174УН12 (ТСА 730а или А273d) представляют собой регулятор громкости и стереобаланса. Схема регулятора приведена на **рис.4**. В этом устройстве сигнал НЧ не проходит непосредственно через регуляторы. Это избавляет от тресков и скрипов при регулировке, а также позволяет не применять экранирование проводов, ведущих от регуляторов к ИМС. Тонкомпенсированная регулировка громкости в пределах от -70 дБ до +20 дБ осуществляется потенциометром R2 подачей постоянного напряжения 1...9 В на вывод 13 ИМС. При отключении переключателя

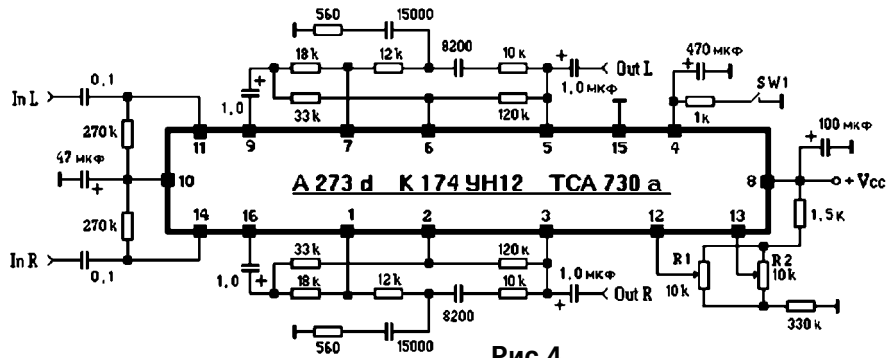


Рис. 4

SW1 отключается тонкомпенсация регулятора громкости. Потенциометр R1 регулирует баланс между каналами в пределах 20 дБ подачей постоянного напряжения 2...9 В на вывод 12 ИМС.

2.3. Двухканальный электронный цифровой регулятор громкости на ИМС KA2250

Предлагаемый регулятор (рис.5) имеет значительно меньший Кг и уровень шумов, чем регулятор на ИМС K174УН12 (A273D).

Вторым его достоинством является использование для регулировки вместо аналоговых потенциометров всего двух кнопок SB1 ("Тише") и SB2 ("Громче"). Типовая схема включения ИМС KA2250 обеспечивает синхронную регулировку громкости двух каналов этими двумя кнопками. К достоинствам ИМС KA2250 кроме доступной цены относятся и невысокое напряжение питания (5 В), позволяющее применять ее в переносной аппаратуре.

2.4. Цифровой регулятор громкости

В отличие от предыдущей схемы этот регулятор одноканальный, но зато "обвязка" используемой в нем ИМС минимальна. Такой цифровой регулятор

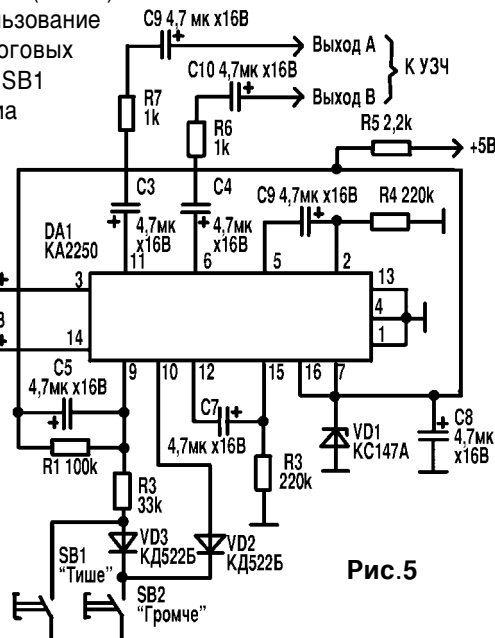


Рис. 5

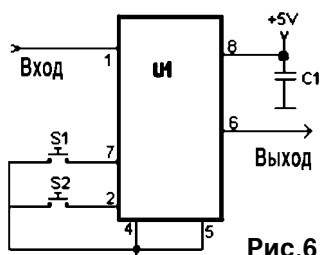


Рис. 6

громкости (рис. 6) практически не вносит шумов в схему и к тому же очень прост в изготовлении. Регулировка громкости производится двумя кнопками "+" и "-" (S1 и S2). Схема собрана на ИМС DS1669 и предназначена для конструкций, где требуются простота и миниатюрность. Входной сигнал не должен быть ниже 0,2 В. Конденсатор C1 типа КМ-4...КМ-6 на 0,1 мкФ. Переключатели типа МП-7 или аналогичные импортные.

2.5. Темброблоки на ИМС К548УН1

Для регулировки тембра в полных УМЗЧ используется большое количество разнообразных устройств. Схемы двух простых темброблоков показаны на рис. 7 и рис. 8. Они обладают высоким входным и низким выходным сопротивлением, что позволяет согласовать УМЗЧ с источником сигнала и напрямую подключать выход

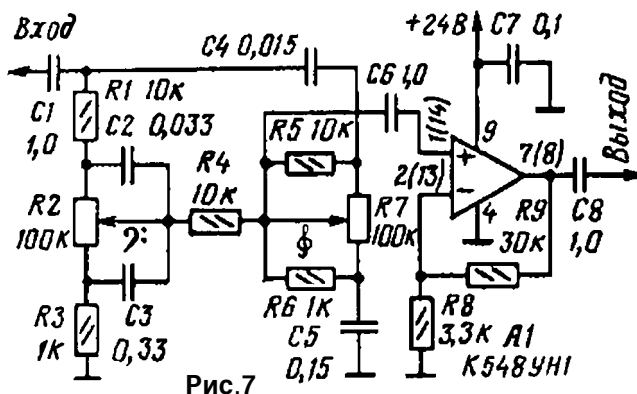


Рис. 7

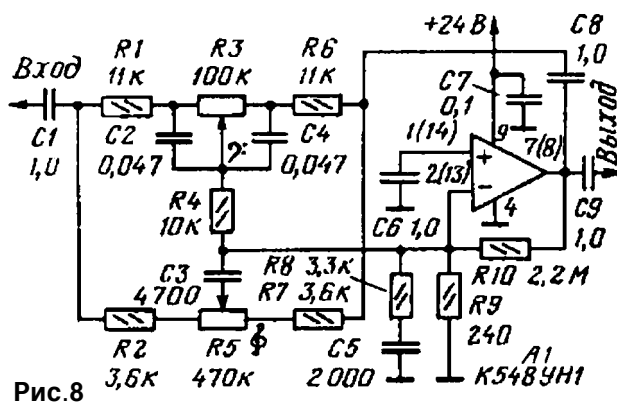


Рис. 8

темброблока к оконечному УМЗЧ. В первом из них (рис. 7) для изменения АЧХ применен пассивный мостовой регулятор, а ИМС служит для компенсации вносимых им потерь на средних частотах. Во втором (рис. 8) мостовой регулятор включен в цепь ООС, охватывающей ИМС (активный регулятор).

Диапазон регулирования тембра на частотах 40 и 16000 Гц первого из устройств составляет 15 дБ, второго - не менее 12 дБ. Коэффициент передачи обоих устройств при установке движков резисторов в среднее положение равен 1. Неравномерность АЧХ в этом положении движков зависит от отклонения параметров элементов от указанных на схеме и, если это отклонение не пре-

вышает 5%, составляет примерно 1 дБ в диапазоне частот 20...20 000 Гц.

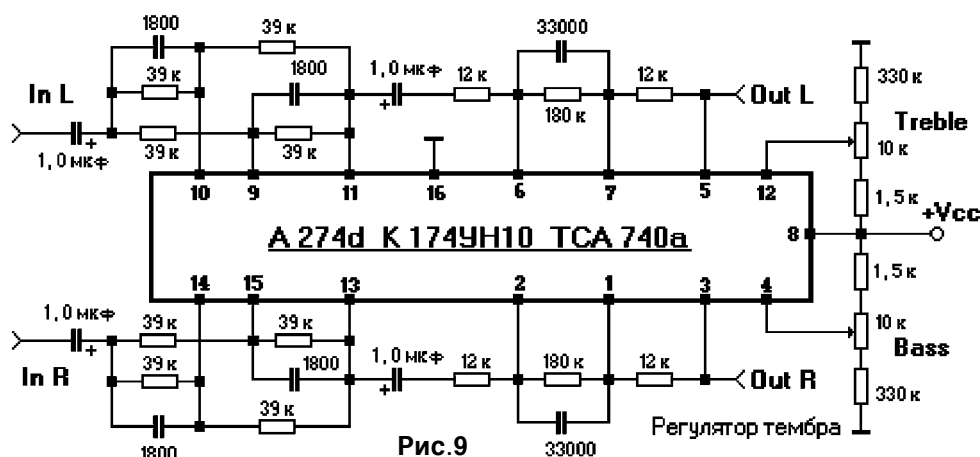
В активном регуляторе (рис.8) используются переменные резисторы группы А, а в регуляторе по схеме на рис.7 - группы В. Для нормальной работы обоих устройств выходное сопротивление предшествующего каскада должно быть не более 2 кОм.

2.6. Регуляторы тембра на ИМС К174УН10

ИМС К174УН10 (ТСА740а или А274d) представляют собой двухканальные регуляторы тембра (рис.9).

Параметры ИМС:

Упит	9...18 В	Ипотр	40 мА
Кг	0,5%	Rвх	75 кОм
Полоса частот	20 Гц...20 кГц	Un0	50 дБ
Uвых макс	1 В	Rнагр.min	10 кОм



Регулировка тембра по низким частотам в пределах ± 20 дБ по сравнению с частотой в 1 кГц осуществляется потенциометром BASS подачей постоянного напряжения 1...9 В на вывод 4 ИМС. Потенциометр Treble регулирует тембр по высоким частотам. Питание ИМС однополярное, потребляемый ток при отсутствии входного напряжения 40 мА. Кг не более 0,5% (при выходном напряжении 1 В). Входное напряжение не должно превышать величины в 1 В (номинальное - 0,2 В).

2.7. Предварительный усилитель с регулировкой громкости, баланса и тембра на КМ551УД2

Это устройство представляет собой полную схему предварительного усилителя для качественного УМЗЧ с двухполярным питанием. Схема устройства приведена на рис.10.

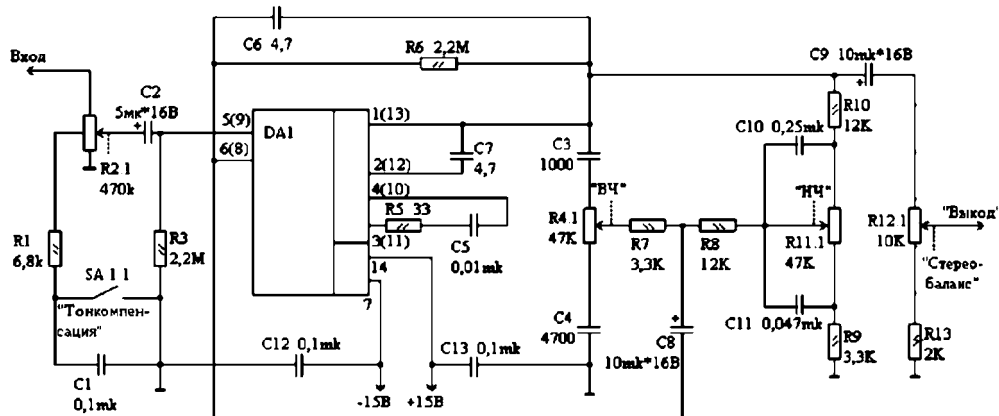


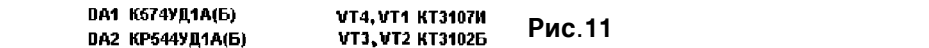
Рис.10

Характеристики усилителя:

U _{вх} ном.	0,25 В
U _{вых} ном.	1 В
K _г (20...20.000 Гц)	0,02%
Диапазон регулировки громкости	60 дБ
Диапазон регулировки тембра	
(на 60 Гц и на 16кГц)	10 дБ
Переходное затухание между каналами	50 дБ
R _{вх}	220 кОм
R _{вых}	3 ком

Схема (рис.10) собрана на ИМС КМ551УД2А. Эта ИС представляет собой сдвоенный ОУ с напряжением питания от ± 5 до $\pm 16,5$ В. Мостовой регулятор тембра включен в цепь ООС, охватывающей ОУ DA1.1 (в скобках указаны номера выводов второго ОУ микросхемы). На входе включен тонкомпенсированный регулятор громкости на переменном резисторе R2.1 с отводом от токопроводящего элемента. Тонкомпенсацию можно отключить выключателем SA1.1. Устойчивую работу ИС КМ551УД2А обеспечивают конденсатор C7 и цепь R5C5, номиналы которых выбраны для коэффициента передачи $K_u=10$ (скорость нарастания выходного напряжения при этом - 3...4 В/мкс). Переменным резистором R12.1 (R12.2) регулируют стереобаланс.

Все детали усилителя, кроме переменных резисторов R2, R7, R11 и выключателя SA1, монтируют на печатной плате, изготовленной из фольгированного стеклотекстолита. Для регулирования громкости и стереобаланса подойдут любые сдвоенные переменные резисторы группы А, для регулирования тембра - резисторы группы Б.



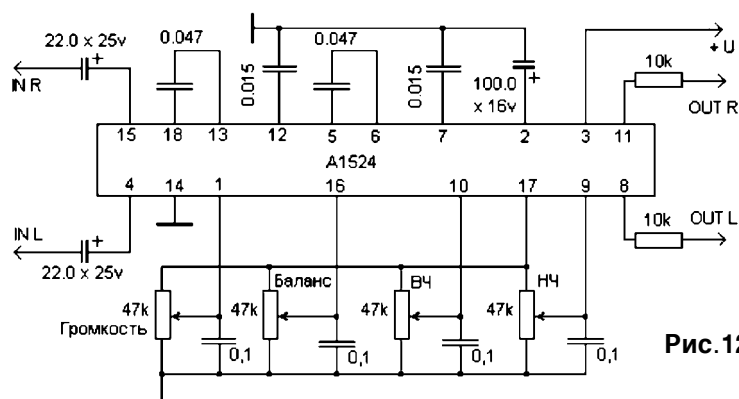


Рис.12

Характеристики регулятора:

Напряжение питания	9...12 В
Полоса частот	20...25000 Гц
Регулировка тембра на частоте 40 Гц	-19/+17 дБ
Регулировка тембра на частоте 16 кГц	-15/+15 дБ
Регулировка баланса	-40 дБ
Входное сопротивление	10 кОм
Выходное сопротивление	300 кОм
Регулировка громкости, не менее	-80/+21
Коэффициент гармоник, не более	0,7%
Относительный уровень шумов, не более	-60 дБ

ИМС имеет защиту от переполюсовки питания. Если предполагается питать данное устройство от источника питания, напряжение которого выше +12 В, следует использовать стабилизатор типа КР142ЕН8А или 7812, 78L12.

3. Эквалайзеры

3.1. 4-полосный стереоэквалайзер

Эквалайзер предназначен для регулировки АЧХ звуковоспроизводящей аппаратуры. Он состоит (рис.13) из нескольких регуляторов, с помощью которых можно изменять коэффициент передачи усилительного устройства в достаточно узких полосах частот. Это позволяет получить сложную форму АЧХ, которую невозможно реализовать традиционными регуляторами тембра. В результате у слушателя появляется возможность существенно изменять характер воспроизводимой звуковой картины и таким образом компенсировать частотные искажения, вносимые источниками звуковых программ, акустическими системами и помещениями прослушивания. Эквалайзер собран на ИМС ВА3824LS.

Характеристики эквалайзера:		Питание	3,5...14 В
Регулировка	11 дБ	Кг	0,2%

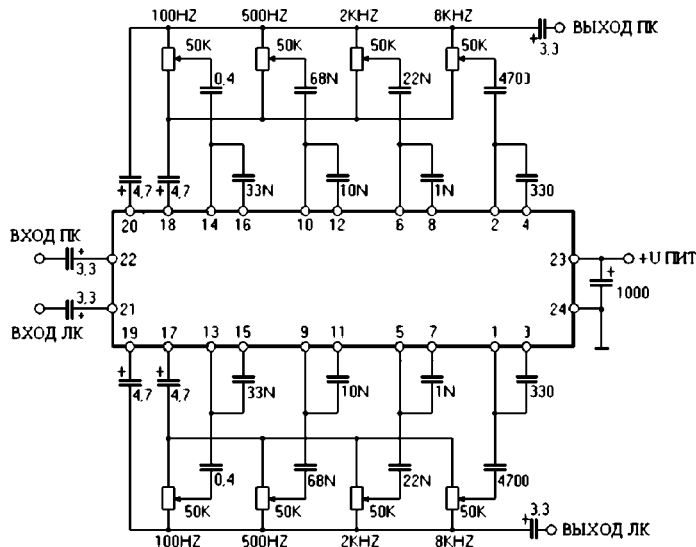


Рис.13

3.2. 8-полосный эквалайзер

В отличие от предыдущей схемы, в этом устройстве увеличено количество полос регулировки, что позволяет более точно корректировать АЧХ. Схема восьмиполосного эквалайзера приведена на рис.14.

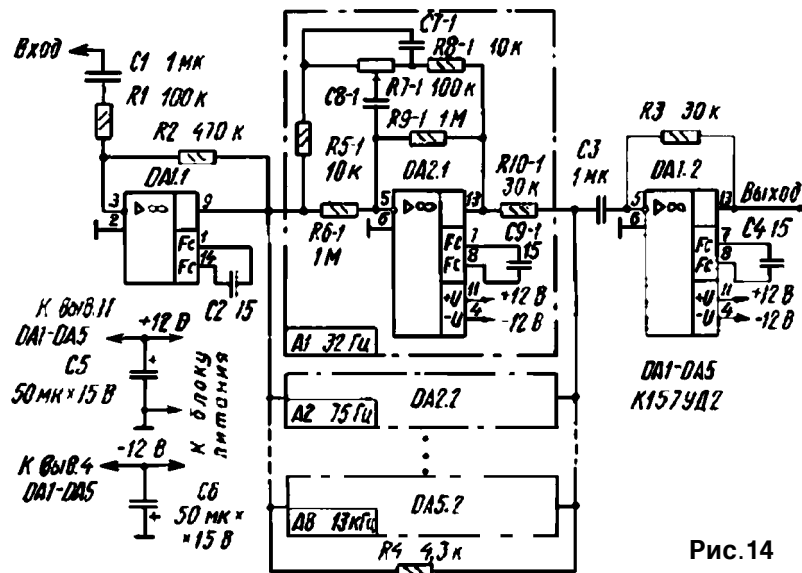


Рис.14

Характеристики эквалайзера:

Добротность фильтра	1,12	Диапазон регулировки
Ky	3...4	коэфф. передачи 12,5 дБ
Диапазон рабочих частот	20...20.000 Гц	

Устройство состоит из восьми параллельно включенных активных фильтров на ОУ DA2...DA5. На DA1 собран входной и выходной буферные усилители. Параллельно фильтрам включен резистор R4.

Поскольку все фильтры инвертирующие, а через резистор R4 сигналы проходят без инверсии, то в выходном усилителе сигналы вычитаются. Благодаря этому выравнивается АЧХ на краях полосы пропускания фильтров и получается требуемый диапазон регулировки коэффициента передачи в каждой полосе.

Схемы фильтров одинаковы, а частоты их настройки определяются емкостями конденсаторов C7-1...C7-8 и C8-1...C8-8, значения которых указаны в табл.1.

Частоты настройки фильтров

Таблица 1

Частота настройки фильтра, Гц	Емкость, пФ	
	C7-1...C7-8	C8-1...C8-8
32	170000	17000
75	73500	7350
180	30000	3000
425	13000	1300
1000	5000	550
2370	2300	230
5620	980	98
13300	415	41

Перемещением движков резисторов R7-1...R7-8 можно изменять коэффициент передачи соответствующих фильтров и значения АЧХ в полосе этих фильтров. В крайнем левом по схеме положении движка этих резисторов коэффициент передачи на частоте настройки фильтров максимален +12,5 дБ, а в крайнем правом - минимален -12,5 дБ.

Все детали эквалайзера, кроме переменных резисторов, размещены на печатной плате из фольгированного текстолита (рис.15).

В схеме следует использовать конденсаторы типов К73-11, К73-17 или аналогичные с малым ТКЕ. Конденсаторы C7 и C8 составлены из двух-трех, включенных параллельно. Номиналы конденсаторов подбирают с точностью 5%. Функциональные характеристики переменных резисторов должны быть линейными (группа А), они могут быть как движковые с линейным перемещением, так и осевые. При использовании движковых резисторов (СПЗ-23А) можно сделать графический эквалайзер. Положение движков этих резисторов будет наглядно отражать АЧХ эквалайзера (рис.16). Эквалайзер питается от стабилизированного источника 12...15 В и потребляет ток 50 мА.

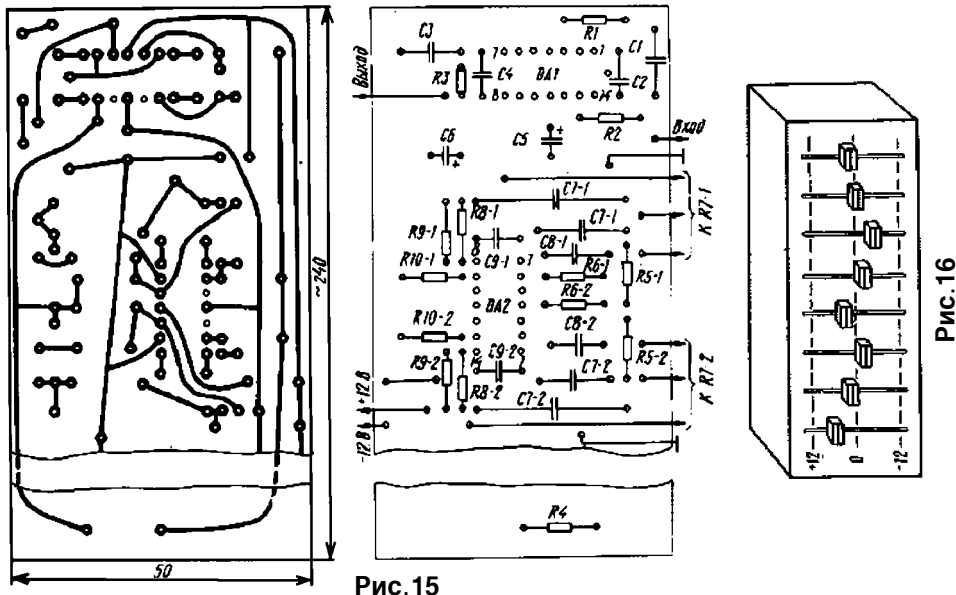


Рис.15

3.3. Многополосный бесфильтровый эквалайзер

В рассмотренной ранее схеме для регулировки амплитудно-частотной характеристики усилителей используются многополосные RC-фильтры. Такие устройства содержат большое количество элементов, требующих индивидуальной регулировки, и не могут быть использованы в компактной аппаратуре.

Схема простого бесфильтрового 12-канального эквалайзера приведена на рис.17. Формирователь прямоугольных управляющих импульсов выполнен на компараторе DA1. С выхода компаратора сигнал поступает на преобразователь "частота/напряжение", выполненный на C3, C4, VD1, VD2, R9. Сигнал, напряжение которого пропорционально частоте входного сигнала, поступает на вход управления линейной светодиодной шкалой (вывод 17) микросхемы DA2. Сигналы, снимаемые с микросхемы DA2, через инверторы DD1, DD2 управляют включением 12 аналоговых ключей, выполненных на микросхемах DA3...DA5. Выходной сигнал эквалайзера формируется суммированием аналоговых сигналов по всем 12 каналам с отдельным регулированием частотных составляющих потенциометрами R23...R34.

Порог срабатывания компаратора DA1 устанавливается R4. Максимальная чувствительность включения компаратора - около 10 мВ. Для обеспечения плавной установки порога потенциометр R4 желательно выполнить составным из двух переменных резисторов, включенных последовательно и обеспечивающих грубую и плавную регулировку. Светодиод HL1 индицирует наличие надпорогового сигнала на входе устройства. Линейное преобразование частоты входного сигнала в напряжение с крутизной 930 Гц/В происходит в полосе частот от 0 до 2,5...3 кГц. В

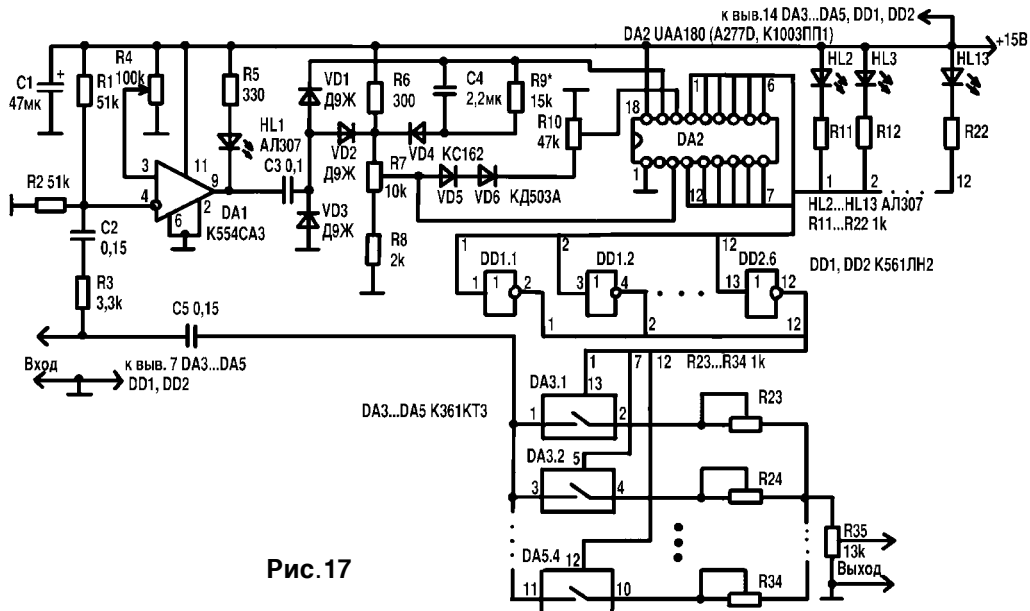


Рис. 17

полосе частот выше 3 кГц крутизна преобразования возрастает до 1,77 кГц/В.

Потенциометром R7 устанавливают верхний предел величины управляющего напряжения от 1 до 6 В, потенциометром R10 - нижний предел от 0 до 5 В. Если на вход устройства поступает надпороговый аналоговый или цифровой сигнал, то по мере увеличения его частоты произойдет плавное поочередное переключение каналов индикации - светодиоды HL2...HL13.

Одновременно управляющие сигналы с выходов микросхемы DA2 через КМОП-инверторы DD1, DD2 поступят на управляющие входы аналоговых ключей ИМС DA3...DA5. В свою очередь, в зависимости от частоты входного сигнала, эти микросхемы управляют резистивным делителем, формирующим итоговой выходной сигнал.

Полоса пропускания каждого из каналов при установке на управляющих входах 3 и 16 микросхемы DA2 максимального и минимального уровней 6 В и 0 В соответственно, составит для первых шести каналов 400 Гц, для остальных - 760 Гц. Таким образом, первый канал пропустит сигналы частотой ниже 400 Гц, второй - в полосе 400...800 Гц, а последний, 12-й канал, пропускает частоты свыше 6 кГц. Потенциометрами R7 и R10 можно плавно изменять ширину и границы частотных каналов.

Потенциометры R23...R34, регулирующие весовые значения частотных составляющих на выходе эквалайзера, устанавливают в начальное положение таким образом, чтобы их сопротивление было равно 100 кОм. Таким образом, пределы

регулировки подъема/завала уровня сигнала по каждому каналу составляют 10 раз (20 дБ).

Диапазоном преобразования "частота/напряжение" можно управлять изменением емкости конденсатора С3.

ИМС UAA180 можно заменить A277D, K1003ПП1 и др. Светодиоды HL2...HL13 динамически индицируют номер задействованного канала управления. Они и HL1 без ущерба для работы схемы могут быть удалены.

Устройство потребляет ток 60 мА при напряжении питания 15 В и одном светящемся светодиоде; при 12 В - 50 мА.

4. Усилители корректоры

4.1. Усилитель воспроизведения

В связи с тем, что сигнал с воспроизводящей магнитной головки имеет невысокий уровень и сильную частотную зависимость, для линейаризации АЧХ тракта используются специальные усилители-корректоры. Схема магнитофонного усилителя-корректора для кассетного магнитофона приведена на **рис.18**. Усилитель имеет переключатель цепи коррекции для магнитной ленты FeO или CrO₂. Усилитель собран на ИМС K1075УД1 (TA7784P фирмы Toshiba).

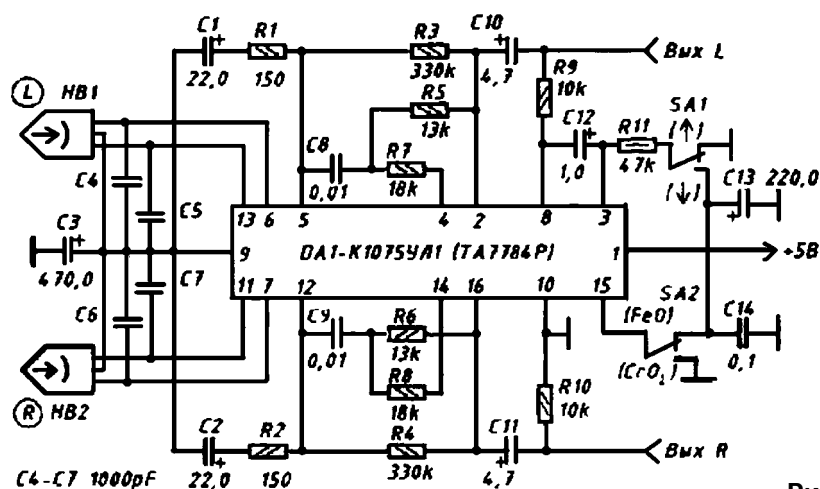


Рис. 18

4.2. Усилитель воспроизведения кассетного магнитофона на ИМС K157УЛ1А

ИМС K157УЛ1А (**рис.19**) представляет собой 2-канальный предварительный усилитель воспроизведения для стереофонического магнитофона с низким уровнем шумов (не более 0,3 мкВ).

Это устройство поставляется в виде радиоконструктора (стр.60).

Основные технические характеристики:

Напряжение питания 9...12 В
Входное сопротивление, не менее 60 кОм
Выходное сопротивление, не более 300 Ом
Диапазоны воспроизводимых частот 20...20000 Гц
Потребляемый ток, не более 3...6 мА
Коэффициент гармоник на частоте 400 Гц 0,2%
Напряжение шумов 0,3 мкВ
Выходное напряжение (переменное) 250 мВ

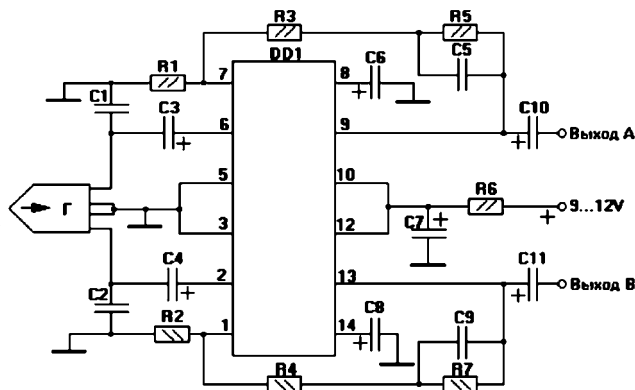


Рис.19

4.3. Транзисторный усилитель-корректор

для проигрывателя виниловых пластинок. Схема транзисторного усилителя-корректора для проигрывателя виниловых пластинок размещена на сайте www.vlab.netsys.ru. Традиционный в последнее время подход к конструированию различных блоков звуковой аппаратуры на основании операционных усилителей (ОУ) имеет свои достоинства и недостатки. Достоинства - относительно простая построения схем и предсказуемость поведения. Недостатки - обязательное использование общей отрицательной обратной связи и возникающая при этом необходимость частотной коррекции, уменьшающей усиление с повышением частоты. В то же время ОУ оптимизирован для применения "вообще", и в некоторых случаях простая транзисторная схема может заменить несколько операционных усилителей и при этом не только не ухудшить, но даже улучшить качество звучания. Пример такого усилителя-корректора показан на рис.20. Используя всего пять транзисторов на канал, эта схема дает хорошие результаты, как при измерениях, так и по субъективному восприятию качества звучания.

Характеристики усилителя-корректора:

Кг при $U_{вых}=0,5$ В 1 кГц	<0,01%
Коэффициент шума, взвешенный при $U_{вых}=0,5$ В	>70 дБ
Ку на частоте 1 кГц	90
Отклонение АЧХ от стандарта RIAA в диапазоне 30 Гц...30 кГц	<0,5 дБ
Максимальное выходное напряжение	5 В
Минимальное сопротивление нагрузки	10 кОм

В схеме только транзистор Q1 работает как усилитель напряжения. Транзисторы Q2...Q3 - это повторитель, используемый как динамическая нагрузка для Q1. Q4 -

выходной повторитель сигнала, нагруженный на источник тока на Q5. Нелинейные искажения каскада на Q1 частично компенсируются искажениями динамической нагрузки. В результате K_g на 1 кГц не превышает 0,1% даже при максимальном выходном напряжении 5 В. При стандартном уровне выходного сигнала 300...500 мВ $K_g=0,005...0,007\%$, т.е. меньше уровня шумов.

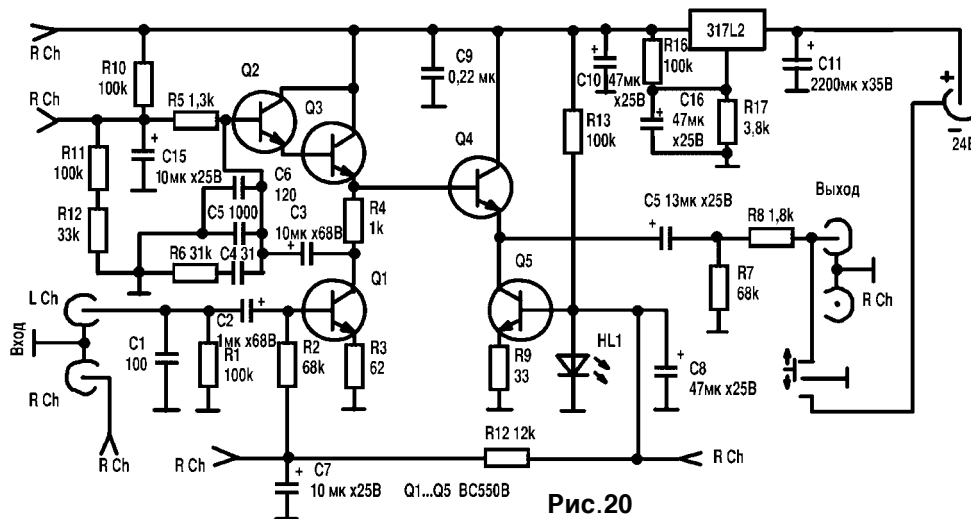


Рис.20

Резисторы и конденсаторы должны быть с допуском 1%. Транзисторы Q1...Q3 типа КТ3102Е, BC550В или BC550С. Q4, Q5 - КТ3102Д, BC546.

5. Микрофонные усилители

Микрофонный усилитель должен иметь малый уровень собственных шумов, линейную АЧХ в рабочих диапазоне частот, высокую перегрузочную способность.

5.1. Усилитель на ИМС К548УН1

Усилитель (рис.21)

имеет следующие технические характеристики:

Номинальный диапазон частот	20...20000 Гц
при неравномерности АЧХ не более 1 дБ	
Номинальное напряжение: входное	1 мВ
выходное	250 мВ

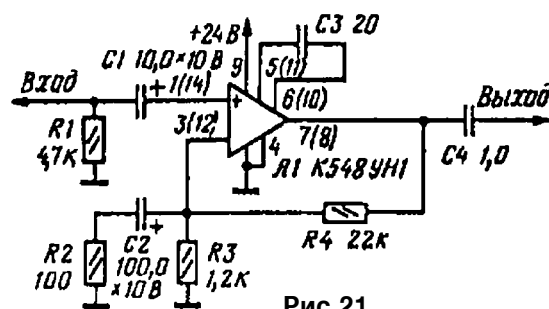


Рис.21

Максимальное входное напряжение	30 мВ
Входное сопротивление	4,7 кОм
Отношение сигнал/шум в номинальном диапазоне частот, не менее	60 дБ
Кг, при выходном напряжении 5 В	0,2%

ИМС включена по схеме неинвертирующего усилителя с использованием одного транзистора дифференциального каскада для уменьшения уровня собственных шумов.

5.2. Микрофонный усилитель с симметричным входом

Для борьбы с фоном переменного тока сетевой частоты, наводимым на соединительные кабели, в высококачественных микрофонных усилителях используют симметричный вход, реализуемый, как правило, на сложных в изготовлении и требующих тщательного экранирования от внешних магнитных полей симметрирующих трансформаторах. На рис.22 показана схема микрофонного усилителя, позволяющая обойтись без подобного трансформатора.

Основой устройства служит дифференциальный усилитель на ОУ DA1.1 и DA1.2. Его коэффициент усиления $K_u = 1 + (R_8 + R_9)/R_5$, где R_5 - эквивалентное сопротивление соединенных последовательно R6 и введенной в цепь части R5.

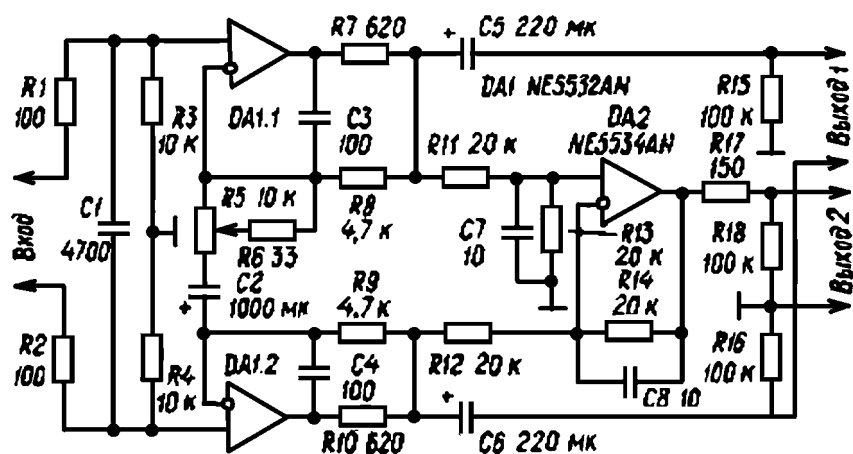


Рис.22

Таким образом, K_u может регулироваться в пределах от 1,5 до 140 изменением R5. Усиленный сигнал через C5 и C6 поступает на симметричный выход 1, а через второй дифференциальный усилитель (ОУ DA2) - на несимметричный выход 2.

Благодаря большому (более 70 дБ) подавлению синфазного сигнала ОУ, помехозащищенность усилителя определяется лишь согласованностью номиналов R3 и R4, R8 и R9, R11 и R12, R13 и R14. Номиналы этих резисторов подбирают с

допуском 1%. Входное сопротивление усилителя 10 кОм. Для питания усилителя используется стабилизированный источник ± 10 В. В схеме можно использовать отечественные ОУ К157УД2, КР1407УД3 и при снижении напряжения питания до ± 6 В - КФ1407УД4.

А. Саулов, г. Киев

Полезная информация

На стр.46 представлена подборка различных испытателей радиоэлементов, а здесь мы даем схему, заменяющую по своим функциям большинство описанных там схем. Универсальный испытательный прибор (см. рис.) может работать как вольтметр, омметр, генератор сигналов, испытатель транзисторов, диодов, электролитических конденсаторов, кварцевых резонаторов.

Измерение сопротивления резисторов. Резистор, сопротивление которого неизвестно, подключают между зажимом С и "+" источника тока, соединенного с зажимом М. Предварительно надо построить градуировочный график, подключая к прибору резисторы, сопротивления которых известны.

Генератор сигналов с резонансным LC-контуром или с кварцевым резонатором. ВЧ напряжение образуется на зажимах М и ВЧ. Чтобы частота генерации не превышала 2 МГц, между зажимами С и М включают дополнительный конденсатор емкостью 600 пФ. Стабильность частоты генератора невелика, но диапазон частот у него от длинноволнового до УКВ.

Измерение обратного тока коллектора $I_{кзб}$. Подключают батарею, сопротивление регулируемого резистора устанавливают максимальным; контакты выключателя В должны быть разомкнуты.

После этого подсоединяют проверяемый транзистор р-п-р (для п-р-п-транзистора полярность включения батареи нужно изменить на обратную) и по шкале прибора определяют ток.

Измерение коэффициента передачи тока h_{21} с точностью 5%. Выключателем В подключают к батарее цепь базы. Поворачивая ось регулируемого резистора R1, устанавливают ток коллектора I_k равным 1 мА. Значение коэффициента прямой передачи тока $h_{21Э} = I_k/I_b$ определяют непосредственно по шкале регулируемого резистора R1. Градуируют шкалу так: последовательно с выключателем В включают точный микроамперметр, зажимы В и М соединяют. Поворачивая ось резистора R1, на которой укреплен указатель шкалы, устанавливают токи базы I_b 330; 200; 100; 33; 20; 10 и 5 мкА. Каждому из этих токов соответствуют следующие значения коэффициента передачи тока, которые и наносятся на шкалу: 3; 5; 10; 30; 50; 100; 200. Для мощных транзисторов ток коллектора может быть увеличен (например, до 4 мА). В таком случае измеренное значение коэффициента передачи тока тоже должно быть увеличено в 4 раза.

Проверка частотных свойств транзистора. Подключают транзистор и устанавливают ток коллектора 1 мА. Затем к зажимам А подключают последовательно LC-контур, настроенные на частоты в диапазоне 1...10 МГц, и выясняют, генерирует ли проверяемый транзистор. Если в момент подключения контура ток

коллектора резко падает, то это означает, что транзистор генерирует ВЧ колебания. Вместо колебательного контура можно использовать кварцевый резонатор.

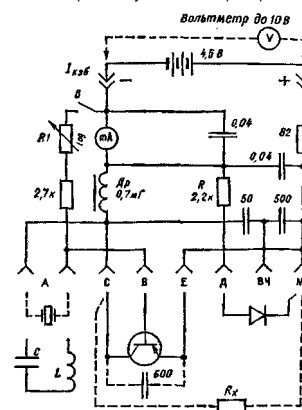
Проверка уровня шума транзистора. В коллекторную цепь транзистора, работающего в режиме генератора, включают дроссель НЧ (или выходной трансформатор) и параллельно ему подключают как можно более короткими проводами гнездо "Звукосниматель" радиоприемника. При этом в громкоговорителе будет слышен шум. Меняя транзисторы, можно подобрать такой, уровень собственных шумов которого наименьший.

Проверка полупроводниковых диодов. Испытываемый диод подключают к зажимам Д и М или Е. Если диод неисправен, вольтметр покажет либо полное отсутствие напряжения, либо полное напряжение батареи. Для исправного диода, включенного в прямом направлении, вольтметр покажет напряжение батареи минус 0,3 В (для германиевого диода) или 0,7 В (для кремниевого). Для диода, включенного в обратном направлении между зажимом С и отрицательным выводом батареи, прибор покажет обратный ток.

Проверка электролитических конденсаторов. Испытываемый конденсатор включают между зажимами С и М. По величине импульса зарядного тока можно судить о емкости конденсатора, а по току утечки — о его качестве. Допустимый ток утечки I_y (в миллиамперах) для конденсаторов с рабочим напряжением $U_{раб}=100$ В, измеренный через 10 мин после включения в цепь, не должен превышать значения $I_y = I \times 10^{-4} U_{раб} C + 0,01$, где C — емкость конденсатора в мкФ. Новые (не бывшие в употреблении) конденсаторы перед измерением надо подвергнуть тренировке, т.е. подключить их на 24...36 ч к источнику постоянного тока с напряжением, равным рабочему напряжению конденсатора. Если стрелка индикатора беспорядочно отклоняется, то это говорит о плохом качестве конденсатора. Индикатором в этом случае может быть миллиамперметр постоянного тока со шкалой 4,5...5 мА или более чувствительный.

Проверка кварцевых резонаторов. Для этого необходим транзистор, который может генерировать на частоте до 30 МГц. Если кварцевый резонатор исправен, то при подключении его к гнездам А ток коллектора будет меняться.

В качестве индикатора в описываемом универсальном приборе лучше всего использовать миллиамперметр с пределами измерения 0,5...1 и 4,5...5 мА. При отсутствии миллиамперметра на эти пределы измерения можно использовать любой имеющийся авометр с измерениями в указанных пределах.



Сварочные аппараты

Сварка представляет собой технологический процесс получения плотного неразъемного соединения деталей с использованием сил молекулярного сцепления, при этом материал соединения (сварной шов) имеет те же физические и механические характеристики, что и соединяемые детали. Все виды сварки можно разделить на две большие группы: сварка давлением и сварка плавлением (по материалам сайта, автор Райский В.Г.).

Сварка давлением использует пластические свойства материала соединяемых деталей, при этом нагрев играет второстепенную роль или совсем не применяется. При сварке давлением металл нагревается до пластического состояния за счёт высокого электрического сопротивления зоны контакта и затем осаживается механическим усилием, вызывающим пластическую деформацию деталей и их соединение в одно целое.

При сварке плавлением металл нагревают до жидкого состояния (расплавления), причем кромки соединяемых деталей расплавляются одновременно, образуя общую ванну жидкого металла; при кристаллизации (затвердевании) расплавленный металл сварочной ванны образует прочное соединение, имеющее литую структуру.

По виду источника энергии, используемой для нагрева, сварку плавлением можно разделить на электрическую и газовую. При газовой сварке используется энергия горения в кислородной атмосфере горючих газов: ацетилена, газов-заменителей (пропана, метана, водорода и т.д.) и паров горючих жидкостей (бензина, керосина). Электрическая сварка плавлением делится на дуговую, электрошлаковую и плазменную. Электродуговая сварка плавлением является наиболее часто применяемым видом сварки, поэтому рассмотрим его подробнее.

Этот вид сварки можно классифицировать следующим образом:

1. По роду тока сварки - сварка на переменном и постоянном токе;
2. По виду полярности тока сварки (при сварке на постоянном токе) - сварка на прямой ("минус" на свариваемой детали) и обратной ("минус" на электроде) полярности;
3. По типу используемых электродов - плавящимися металлическими и неплавящимися (вольфрамовыми или угольными) электродами;
4. По способу защиты зоны сварки - штучными плавящимися электродами с покрытием (защита парами минеральных покрытий электродов), под флюсом, в среде защитных газов (инертных или активных), самозащитными порошковыми проволоками;
5. По степени механизации - ручная, механизированная (полуавтоматическая), автоматическая.

Основными элементами любой сварочной установки являются: источник сварочного напряжения или источник питания (далее - ИП); исполнительный механизм; соединительные элементы (шланги, кабели); вспомогательные элементы (баллоны, приспособления, оснастка и т.д.). В зависимости от выбранного вида сварки различают следующие виды сварочного оборудования:

1. Для ручной дуговой сварки штучными плавящимися электродами с покрытием (метод ММА):

- трансформаторы;
- выпрямители;
- генераторы;
- инверторы.

Трансформаторы предназначены для сварки на переменном токе, выпрямители, генераторы и инверторы - для сварки на постоянном токе.

2. Для полуавтоматической сварки металлической проволокой в среде защитных газов (метод MIG/MAG) - сварочные полуавтоматы, состоящие из источника питания (встроенного или автономного), блока управления, подающего механизма и специальной сварочной горелки.

3. Для автоматической сварки металлической проволокой в среде защитных газов или под флюсом - сварочные автоматы (самоходные тракторного типа, подвесные или планетарные головки).

4. Для ручной дуговой сварки неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных защитных газов (метод TIG) - специализированные сварочные установки переменного и/или постоянного тока.

Одной из основных характеристик сварочного процесса является статическая вольтамперная характеристика (ВАХ) сварочной дуги, отражающая связь между напряжением и силой тока сварочной дуги. Вследствие особенностей ионизации атомов металла в столбе дуги характеристика самой дуги состоит из трех участков: падающего, статического и возрастающего. Статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги показана на **рис.1**.

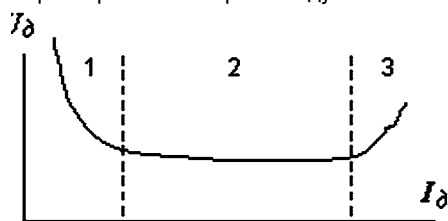


Рис.1

Для стабильного горения дуги требуется равенство между напряжением и током дуги (U_d и I_d) и источника питания ($U_{ип}$ и $I_{ип}$). Легко заметить, что такое равенство возможно в случае, когда точки пересечения вольтамперных характеристик дуги и источника питания являются точками устойчивого горения дуги, как показано на **рис.2**.

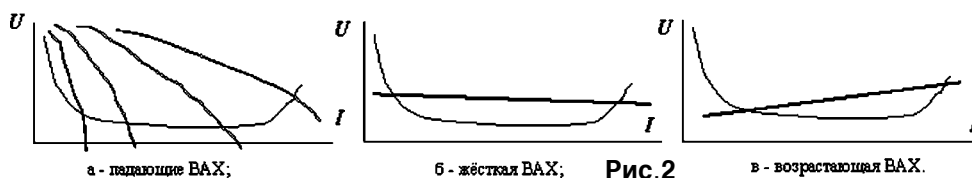


Рис.2

Ручную дуговую сварку (метод ММА) ведут на токе малой плотности (отношение силы тока к диаметру электрода). При этом из-за колебания длины дуги меняется и

напряжение дуги, и ее вольтамперная характеристика имеет падающую форму (зона 1 на **рис.1**). Поэтому для ручной дуговой сварки в основном применяют ИП с падающей вольтамперной характеристикой, имеющей очень большой угол наклона к оси тока (круто падающая характеристика); такая вольтамперная характеристика обеспечивает отсутствие колебаний тока при изменении напряжения дуги.

При полуавтоматической сварке методом MIG/MAG дуга горит на стабильном участке вольтамперной характеристики (зона 2 на **рис.1**), поэтому ИП для такого метода сварки должен иметь жесткую или полого падающую вольтамперную характеристику.

ИП с возрастающей характеристикой применяют в основном для автоматической сварки под флюсом и наплавки.

I. Сварочные трансформаторы

Сварочные трансформаторы являются трансформаторами напряжения. вольтамперные характеристики трансформаторов, применяемых для ручной дуговой сварки, являются крутопадающими. Для повышения стабильности горения дуги увеличивают индуктивное сопротивление цепи дуги, для чего в цепь вторичной обмотки трансформатора обычно включают дополнительную реактивную катушку.

Наиболее распространенными являются трансформаторы с так называемым увеличенным магнитным рассеянием. В этих трансформаторах катушки обмоток разнесены по стержню магнитопровода. При работе трансформатора часть магнитных потоков замыкается в воздухе вне магнитопровода и рассеивается, что и дало название этим аппаратам. Регулировка тока в таких трансформаторах осуществляется изменением магнитных потоков путем раздвижения катушек обмоток по высоте магнитопровода (отечественные трансформаторы серии ТД) или введением в окно магнитопровода подвижных шунтов из магнитного материала (трансформаторы серии ТДМ). В более мощных трансформаторах, применяемых для автоматической и электрошлаковой сварки, используют регулировку магнитными шунтами - специальными дросселями, размещенными в окне магнитопровода и управляемыми током низкого напряжения (трансформаторы ТДФ). Трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием имеют, как правило, падающую или крутопадающую вольтамперную характеристику.

Другой, менее распространенный тип сварочных трансформаторов - трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием. В этих аппаратах катушки первичной и вторичной обмоток располагаются концентрично на замкнутом магнитопроводе стержневого типа, поэтому рассеяние магнитных потоков практически отсутствует. Благодаря этому вольтамперная характеристика получается полого падающей или жесткой. Регулировка таких трансформаторов осуществляется введением в цепь вторичной обмотки дополнительной индуктивности, за счет которой и происходит настройка тока. В зависимости от расположения дополнительной индуктивности различают трансформаторы с совмещенной и с отдельной реактивной катушкой.

Для сварочных трансформаторов специализированных источников питания

используются схемы с так называемым дросселем насыщения. При этой схеме реактивная катушка собирается из нескольких обмоток на двухоконном магнитопроводе броневых типа: витки реактивной катушки намотаны на крайних стержнях магнитопровода, а на среднем стержне намотана управляемая обмотка, питаемая постоянным током, называемым током намагничивания. Регулируя ток намагничивания, можно изменять в широких пределах ток во вторичном контуре трансформатора, т.е. ток сварки. Отдельную группу составляют мощные промышленные трансформаторы с регулировкой тока посредством тиристорного ключа, подключенного во вторичном контуре. Примером такого оборудования могут служить трансформаторы серии ТДФЖ с жесткой вольтамперной характеристикой, применяемые для автоматической сварки под флюсом.

II. Сварочные выпрямители.

Сварка на постоянном токе обеспечивает получение сварного соединения более высокого качества по сравнению со сваркой на переменном токе. Из-за отсутствия нулевых значений тока повышается стабильность горения дуги, увеличивается глубина проплавления, снижается разбрызгивание, улучшается защита дуги, повышаются прочностные характеристики металла сварного шва, снижается количество дефектов шва, а пониженное разбрызгивание улучшает использование присадочного материала и упрощает операции зачистки сварного соединения от шлака и застывших брызг металла. Все это привело к тому, что для сварки качественных швов ответственных соединений больше применяют сварку на постоянном токе. Кроме того, многие материалы - высоколегированные и теплоустойчивые стали, чугуны, титан, сплавы на основе меди и никеля - свариваются только на постоянном токе. В частности, для полуавтоматической сварки металлической проволокой в среде защитных газов (метод MIG/MAG) применяют именно ИП постоянного тока.

Общими элементами для сварочных выпрямителей являются силовой трансформатор, выпрямительный блок и блоки пускорегулирующей, измерительной и защитной аппаратуры. Для питания выпрямительного блока (ВБ) обычно используют понижающие трехфазные силовые трансформаторы, по устройству и принципу действия аналогичные описанным в предыдущем разделе. Сам ВБ собирается либо по трехфазной мостовой схеме, либо по шестифазной мостовой схеме с уравнительным реактором - разнесенными вторичными обмотками силового трансформатора, соединенными в две "звезды" (схема Ларионова - Гретца).

За счет использования специальных стабилизаторов напряжения, включаемых в сварочный контур, удастся получить гладкую кривую тока с минимальными пульсациями выпрямленного напряжения. Для выпрямления тока используют неуправляемые полупроводниковые вентили - кремниевые или селеновые диоды - и управляемые вентили - тиристоры (обычно кремниевые). Кремниевые диоды имеют небольшие размеры и высокую теплостойкость, но очень чувствительны к токовым перегрузкам. Использование тиристоров требует применения специальных блоков управления открыванием тиристоров. Обычно тиристоры устанавливают на более

мощном и дорогом промышленном оборудовании.

Полупроводниковые вентили требуют определенного температурного и токового режима. Поэтому немаловажными элементами любого сварочного выпрямителя являются системы охлаждения ВБ: радиаторы охлаждения вентилей, вентилятор, включающийся перед пуском выпрямителя, блоки защиты от токовых перегрузок (плавкие предохранители или реле защиты по току) и тепловые предохранители - термостат и ветровое реле, отключающие выпрямитель при перегреве ВБ или при выходе из строя вентилятора.

Регулирование тока сварки в сварочных выпрямителях осуществляется двумя путями - электромеханическим и электрическим. В выпрямителях с электромеханической регулировкой изменение тока происходит до ВБ, то есть на выпрямляющие вентили в каждой фазе поступает переменный ток, имеющий силу тока и напряжение заданных сварочных параметров. Применяемые в этом случае силовые трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием (с раздвижными катушками) и трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием (с управляемым магнитным шунтом) описаны в предыдущем разделе.

Электрические схемы регулировки сварочных выпрямителей построены на изменении тока сварки после ВБ или непосредственно в ВБ. Выпрямители с транзисторными регуляторами тока основаны на принципе управления сильным током за счет изменения более слабого тока. В этих схемах после ВБ последовательно сварочной дуге включается блок транзисторов, соединенных параллельно. Это позволяет в широких пределах изменять ток дуги. Применение транзисторных схем регулировки тока дает крутопадающую вольтамперную характеристику с широким спектром регулировок по току и высокостабильной дугой, что позволяет применять такие выпрямители для автоматической аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом (метод TIG) высоколегированных сталей и сплавов на основе меди или алюминия.

Более простой и распространенной является схема выпрямителя с тиристорными регуляторами тока, в которых в качестве выпрямительных вентилей используют полупроводниковые тиристоры. Формирование вольтамперных характеристик таких выпрямителей осуществляется за счет временного сдвига управляющих импульсов тиристоров, подаваемых блоком фазоимпульсного управления. По таким схемам построены широко известные выпрямители типа ВСВУ для ручной дуговой сварки плавящимися электродами (с крутопадающей вольтамперной характеристикой) и ВДГ для полуавтоматической сварки в среде защитных газов (с пологопадающей вольтамперной характеристикой). Дальнейшим развитием схемы выпрямителей с тиристорным регулированием явились выпрямители серии ВДУ с двойной вольтамперной характеристикой - крутопадающей и пологопадающей. Силовой трансформатор этих выпрямителей имеет две вторичные обмотки, и их переключение позволяет получать двойную вольтамперную характеристику и делает возможным использование выпрямителя как для ручной, так и для полуавтоматической сварки.

III. Сварочные генераторы

Во всех рассмотренных выше источниках питания преобразование тока происходит за счет электрических и электромагнитных процессов при отсутствии вращающихся деталей и узлов (за исключением элементов механических систем регулировки тока), поэтому такие ИП называют статическими. Однако раньше статических ИП были разработаны вращающиеся источники питания, называемые сварочными генераторами. Отличительной особенностью сварочных генераторов является наличие в них вращающегося якоря, приводимого в движение внешним приводом. Принцип действия сварочного генератора аналогичен работе любого генератора постоянного тока. Сварочные установки на основе генераторов с приводом от электродвигателя называются сварочными преобразователями, с приводом от двигателя внутреннего сгорания (бензинового или дизельного) - сварочными агрегатами.

Генераторы с независимыми обмотками возбуждения требуют дополнительно отдельного источника тока. Двойные вольтамперные характеристики генераторов формируются за счет подключения намагничивающих последовательных обмоток возбуждения; при их включении вольтамперная характеристика будет иметь крутопадающую форму, при отключенной намагничивающей обмотке вольтамперная характеристика генератора будет пологопадающей. Для питания намагничивающих обмоток возбуждения требуется автономный источник постоянного тока, поэтому такой тип генератора обычно применяют в тех случаях, когда в качестве привода используется электродвигатель переменного тока.

В генераторах с самовозбуждением для получения постоянного напряжения на коллекторе устанавливают промежуточную щетку, расположенную между двумя основными. За счет постоянного сдвига фаз между промежуточной и основными щетками, равному $\pi/4$, напряжение между промежуточной щеткой и опережающей ее основной щеткой будет постоянным, и может быть использовано для питания намагничивающих обмоток возбуждения. Такие генераторы обычно применяют в мобильных сварочных агрегатах с приводом от двигателя внутреннего сгорания.

Вращающиеся сварочные источники питания просты и дешевы в изготовлении и эксплуатации, однако вредные условия действующего производства (высокая влажность, масляные пары, пыль с наличием абразивных частиц) приводят к быстрому выходу из строя пары трения "щетки-коллектор", поэтому более совершенной является схема вентильного генератора, в котором функцию коллектора выполняет бесконтактное полупроводниковое выпрямительное устройство. За счет большого индуктивного сопротивления обмотки статора вольтамперная характеристика такого генератора будет падающей. Бесколлекторные генераторы (например, ГД-4004) надежнее в работе, но более требовательны к температурным перепадам, условиям охлаждения полупроводниковых вентилях и точности поддержания частоты вращения привода.

IV. Сварочные инверторы

Наиболее современными и технически сложными источниками сварочного

тока являются сварочные инверторы. В отличие от статических ИП так называемых "классических" типов (т.е. трансформаторов и выпрямителей), у инверторов отсутствует силовой трансформатор. Вся работа сварочного инвертора построена на принципе фазового сдвига (инверсии) напряжения, осуществляемого электронной микропроцессорной схемой с покаскадным усилением тока (обычно микропроцессором на IGBT - мощных полевых транзисторах канального типа). За счет применения такого принципа удается получить широкий спектр вольтамперных характеристик - от крутопадающей до возрастающей - с очень гладкой кривой тока, отклонения которого снижены до уровня десятых долей процента, что позволяет добиваться высокого качества сварки. Включение в схему высокочастотного генератора расширяет сферу применения инверторных источников питания и позволяет использовать их практически для любого метода дуговой сварки и для плазменной резки. За счет небольшой массы инверторы малой мощности очень

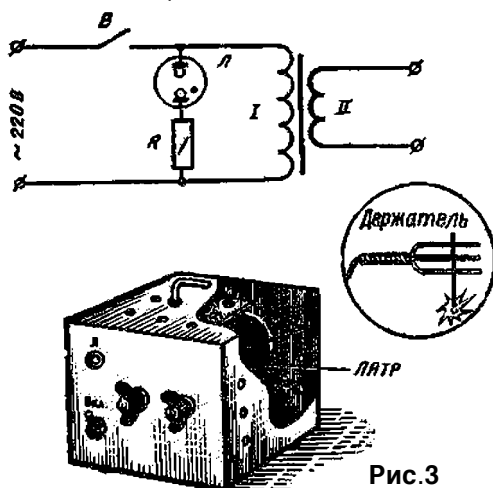


Рис.3

перспективны для использования при монтаже особо ответственных металлоконструкций и трубопроводов. Все инверторы имеют плавную регулировку сварочного тока, а микропроцессорная схема с памятью позволяет организовать запоминание нескольких наиболее часто применяемых режимов сварки.

Высокое качество получаемых сварных соединений и широкий спектр методов сварки делает инверторные источники наиболее перспективными для промышленного применения, особенно при производстве сложных и ответственных металлоконструкций из различных материалов.

Конкретные примеры выполнения сварочных аппаратов начнем рассматривать с портативного сварочного аппарата (дуговой), основа которого - лабораторный трансформатор ЛАТР на 9 А (рис.3). С него снимают кожух и всю арматуру, на сердечнике остается лишь обмотка. В трансформаторе сварочного аппарата она будет первичной (сетевой), ее изолируют двумя слоями изоленды или лакоткани. Поверх изоляции наматывают вторичную обмотку - 65 витков провода или набора проводов общим сечением 12...13 мм. Обмотку укрепляют изолентой. Трансформатор устанавливают на изолирующей подставке из текстолита или гетинакса внутри кожуха из листовой стали или дюралюминия, толщиной не более 3 мм. В крышке кожуха, на задней и боковых стенках делают отверстия диаметром 8...10 мм для вентиляции. Сверху укрепляют ручку из стального прутка.

На переднюю панель выводят индикаторную лампочку, выключатель на 220 В

9 А и клеммы вторичной обмотки: к одной из них присоединяют кабель с держателем электродов, к другой - кабель, второй конец которого во время сварки прижимают к свариваемой детали. Кроме того, эта последняя клемма при работе обязательно должна быть заземлена. Индикаторная лампочка переменного тока типа СН-1, СН-2, МН-5 сигнализирует о включении аппарата. Электроды для этого аппарата должны иметь диаметр не более 1,5 мм.

Для сварочного аппарата второй конструкции (рис.4) необходимо изготовить трансформатор. Из Ш-образного трансформаторного железа набирают сердечник сечением около 45 см², наматывают на него первичную (сетевую) обмотку 220 витков провода ПЭЛ 1,5 мм. От 190-го и 205-го витков делают отводы, после чего изолируют обмотку двумя-тремя слоями изолянта или лакоткани.

Поверх изолированной первичной обмотки наматывают вторичную. Она содержит 65 витков провода или набора проводов общим сечением 25...35 мм². В наборе лучше всего использовать провода типа ПЭЛ или ПЭВ 1,0...1,5 мм. Как и в первой конструкции, готовый трансформатор закрепляют на изолирующей подставке и помещают в кожух. Стенки кожуха должны быть удалены от трансформатора не менее чем на 30 мм. На переднюю панель кроме лампочки, выключателя и клемм выводят переключатель, регулирующий силу тока.

В сварочном аппарате этой конструкции можно использовать электроды диаметром 1,5 и 2 мм. Электроды изготавливают следующим образом. Стальную проволоку соответствующего диаметра разрубают на куски длиной по 350 мм, зачищают шкуркой и покрывают обмазкой, состоящей из растолченного мела и жидкого стекла (силикатный клей). Чтобы покрытие получилось ровным, проволоку вертикально погружают в обмазку, оставляя сверху чистый конец длиной 30...35 мм, и медленно вынимают. Каждый электрод подвешивают на веревке с помощью бельевой прищепки, после высыхания электроды готовы к использованию.

Подключать этот аппарат к домашней сети нельзя, так как он потребляет около 3 кВт. Пользоваться аппаратом можно в мастерской при наличии электрической сети, к которой разрешается подключать аппараты мощностью до 5 кВт.

Внимание! Перед началом работы проверьте заземление. Надевайте во время сварки сухую брезентовую спецодежду и рукавицы. Подкладывайте под ноги резиновый коврик. Не работайте без маски.

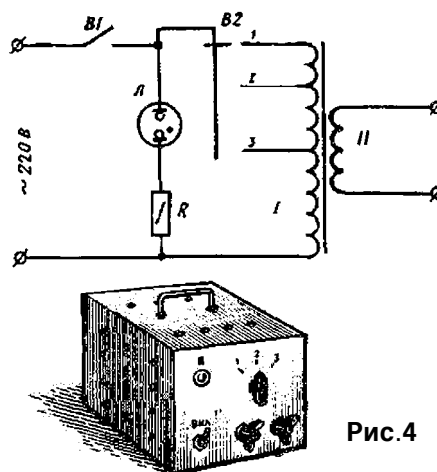


Рис.4

Сварочный аппарат на основе ЛАТР2 для сварки на переменном и постоянном токе предложен в журнале "Моделист-конструктор" №1/2000.

В основе этого надежного и простого в изготовлении "сварочника" упоминавшийся 9-амперный лабораторный автотрансформатор ЛАТР2 и самодельный тиристорный мини-регулятор с выпрямительным мостом. Они позволяют не только безопасно подключаться к бытовой осветительной сети переменного тока с напряжением 220 В, но и изменять $U_{св}$ на электроде, а значит, выбирать нужную величину тока сварки.

Режимы работы схемы (рис.5) задают с помощью потенциометра. Совместно с конденсаторами C2 и C3 он образует фазосдвигающие цепочки, каждая из которых, срабатывая во время своего полупериода, открывает соответствующий тиристор на некоторый промежуток времени. В результате на первичной обмотке сварочного Т1 оказываются регулируемые 20...215 В. Трансформируясь во вторичной обмотке, требуемое $U_{св}$ позволяет легко зажечь дугу для сварки на переменном (клеммы X2, X3) или выпрямленном (X4, X5) токе. Резисторы R2 и R3 шунтируют цепи управления тиристорами VS1 и VS2. Конденсаторы C1, C2 снижают до допустимого уровня радиопомех, сопровождающих дуговой разряд. В качестве светового индикатора HL1, сигнализирующего о включении аппарата в бытовую электросеть, используется неоновая лампочка с ограничительным резистором R1.

Для подсоединения аппарата к квартирной электропроводке применима обычная штепсельная вилка X1, но лучше использовать более мощный электроразъем. В качестве выключателя SB1 подойдет "пакетник" ВП25, рассчитанный на ток 25 А и позволяющий размыкать оба провода сразу. Устанавливать на сварочном аппарате какие бы то ни было предохранители не имеет смысла. Здесь приходится иметь дело с такими токами, при превышении которых обязательно сработает

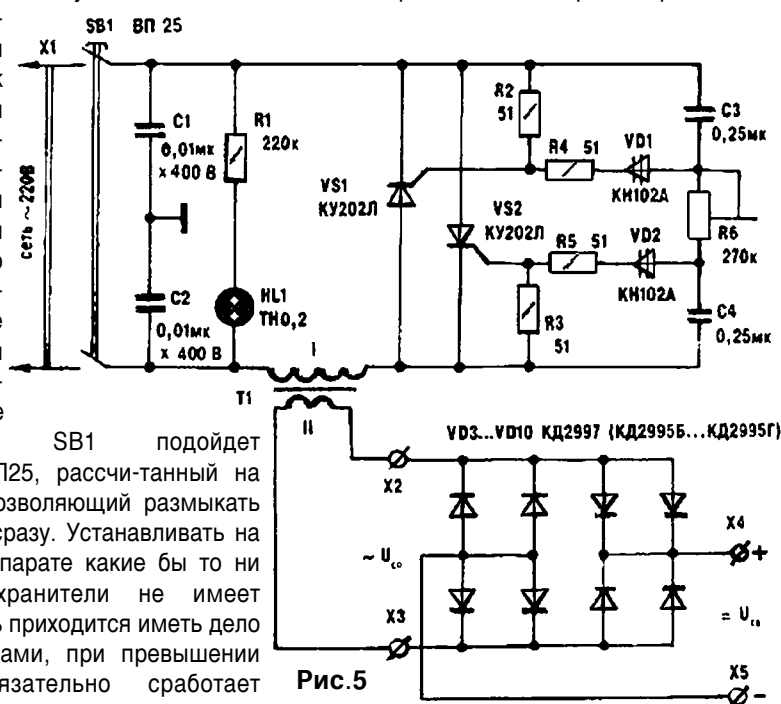


Рис. 5

защита на вводе сети в квартиру.

Для изготовления вторичной обмотки с базового ЛАТР2 снимают кожух-ограждение, токосъемный ползунок и крепежную арматуру. Затем на имеющуюся обмотку 250 В (отводы 127 и 220 В остаются невостребованными) накладывают надежную изоляцию (например из лакоткани), поверх которой размещают вторичную (понижающую обмотку)Ю, содержащую 70 витков изолированной медной или алюминиевой шины, имеющей в поперечнике 25 мм². Можно изготовить вторичную обмотку из нескольких параллельных проводов с таким же общим сечением. Намотку удобнее всего осуществлять вдвоем. В то время как один, стараясь не повредить изоляцию соседних витков, осторожно протягивает и укладывает провод, другой удерживает свободный конец будущей обмотки, предохраняя ее от скручивания.

Модернизированный ЛАТР2 помещают в защитный металлический кожух с вентиляционными отверстиями, на котором располагают монтажную плату из 10-мм гетинакса или стеклотекстолита с пакетным выключателем SB1, тиристорным регулятором напряжения (с резистором R6), светоиндикатором HL1 включения аппарата в сеть и выходными клеммами для сварки на переменном (X2, X3) или постоянном (X4, X5) токе. При отсутствии базового ЛАТР2 его можно заменить самодельным трансформатором с магнитопроводом сечением 45...50 см². Его первичная обмотка должна содержать 250 витков провода ПЭВ2 диаметром 1,5 мм, вторичная обмотка ничем не отличается от той, что используется в модернизированном ЛАТР2.

На выходе низковольтной обмотки устанавливают блок выпрямителей с силовыми диодами VD3...VD10 для сварки на постоянном токе. Помимо указанных вентилях вполне применимы и более мощные аналоги, например Д122-32-1 (выпрямленный ток до 32 А). Силовые диоды и тиристоры устанавливают на радиаторах-теплоотводах, площадь каждого из которых не менее 25 см².

Наружу из кожуха выводят ось регулировочного резистора R6. Под рукояткой размещают шкалу с делениями, соответствующими конкретным величинам постоянного и переменного напряжения. А рядом - таблицу зависимости сварочного тока от напряжения на вторичной обмотке трансформатора и от диаметра сварочного электрода (0,8...1,5 мм).

Сварочный кабель для рассматриваемого аппарата - медный многожильный кабель общим сечением около 20 мм² в резиновой изоляции. Требуемое количество - два полуметровых отрезка, каждый из которых следует оборудовать тщательно обжатым и пропаянным клемным наконечником для подключения к сварочному аппарату. Для непосредственного же соединения с "массой" используют мощный зажим типа "крокодил", а с электродом - держатель, напоминающий трехзубую вилку. Можно воспользоваться и автомобильным "прикуривателем".

Импульсный сварочный аппарат постоянного тока, который также служит как зарядное устройство, предложил А. Петров (РЛ № 5/93).

Сварочные аппараты

Характеристики сварочного аппарата следующие:

Максимальный сварочный (зарядный) ток

- при двух ключах 40 (30) А

- при трех ключах 60 (40) А

Напряжение XX 36 В

Минимальный ток заряда 1 А

КПД, не менее 0,8

При крутой динамической характеристике источника питания динамические токи КЗ значительно меньше (они близки к статическим токам КЗ), и при удлинившейся дуге образуется стабильная рабочая точка. Вышеперечисленным требованиям в полной мере соответствует источник напряжения, выполненный по схеме генератора тока. Свойства такой конструкции в полной мере подходят и для зарядного устройства. Исходя из вышеизложенного и разработан сварочный аппарат, схема которого представлена на **рис.6**.

С целью уменьшения нагрузки на диоды моста сетевого выпрямителя при включении сети применено устройство заряда конденсатора, отличительная особенность которого состоит в том, что формирователь импульса запуска тиристора обеспечивает его срабатывание при минимальном напряжении на переходе анод-катод, т.е. синхронно с переходом сетевого напряжения через нуль. Схема работает следующим образом.

До запуска преобразователя напряжение на конденсаторе C13 отсутствует, тиристор закрыт и заряд конденсатора фильтра C6 происходит через ограничительный резистор R6. Как только конденсатор C6 зарядится до напряжения запуска преобразователя, появится напряжение на C13 и первым же синхроимпульсом с VD6 через дифференциальную цепочку C9-R7 запустится одновибратор на транзисторах VT2, VT3. При этом на управляющий электрод VS1 поступит открывающее его напряжение с конденсатора C13 через элементы R19, VT3. Бросок тока зарядки конденсатора фильтра не превышает 15 А.

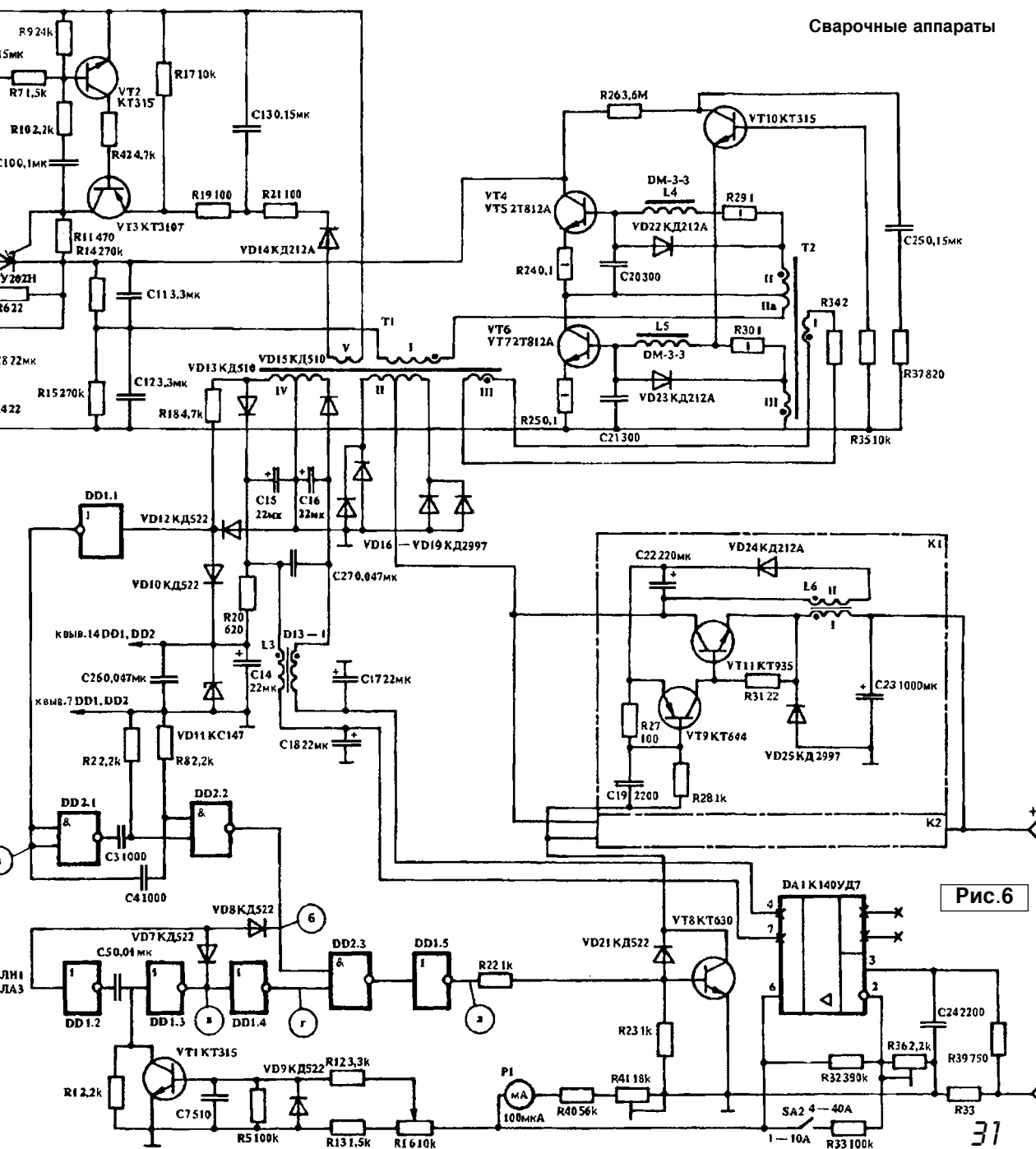
Элементы L2, VD5, C8, R4 служат для ограничения броска тока через силовые транзисторы преобразователя в моменты зажигания дуги. Величину резистора R4 рассчитывают из соотношения:

$$R4 = U_n / 0,8 \times I_{max} - I_n' = 300 / 0,8 \times 24 - 5 = 22 \text{ Ом},$$

где I_{max} — максимальный допустимый импульсный ток коллектора



Сварочные аппараты



силового транзистора; I_n' — приведенный к входному напряжению U_n ток нагрузки преобразователя.

Ток, потребляемый преобразователем, рассчитывают по формуле:

$$I_n' = P_n / U_{пп} = U_n I_n / U_{пп} = 20 \times 60 / 300 \times 0,8 = 0,5 \text{ А},$$

где P_n — выходная мощность аппарата, n - КПД; $U_n = 20$ В напр. на дуге.

Мощность, выделяющаяся на резисторе R_4 , определяется выражением:

$$P_{R4} = I_c R_4 j,$$

где $I_c = I_n$ — ток разряда конденсатора C_8 ; j - коэффициент заполнения импульсов.

Преобразователь аппарата выполнен по полумостовой схеме с самовозбуждением и коммутирующим насыщающимся трансформатором. Пропорционально-токовое управление способствует повышению КПД устройства за счет повышения быстродействия коммутационных процессов. Отличительная особенность заключается в том, что включение и выключение силовых высоковольтных транзисторов преобразователя осуществляется в режиме разомкнутых ключей K_1 , K_2 , (K_3) регулятора, т.е. на “холостом” ходу во всем диапазоне нагрузок, что значительно повышает надежность устройства за счет исключения сквозных токов, повышает КПД и уменьшает импульсные помехи.

Регулировка тока нагрузки осуществляется длительностью импульсов с помощью схемы управления (СУ), выполненной на DD_1 , DD_2 . При этом силовые транзисторы регулятора используются в режиме насыщения с минимальными потерями мощности. На элементах $DD_1.1$, R_{18} , VD_{10} , VD_{12} выполнен формирователь меандра, синхронного с частотой преобразования. Далее по фронту и по спаду сигнала с помощью дифцепочек C_3 - R_2 , C_4 - R_8 и $DD_2.2$ формируются короткие, около 2 мкс, отрицательные импульсы.

За работу схемы широтно-импульсной модуляции (ШИМ) отвечает одновибратор, выполненный на элементах $DD_1.2$, $DD_1.3$, длительность импульсов которого зависит от состояния транзистора VT_1 . Управляющее напряжение на базу

этого транзистора поступает от преобразователя ток-напряжение (ПТН), выполненного на операционном усилителе DA_1 и шунте R_{38} (75ШСМ3-50-0,5; падение напряжения 75 мВ при токе нагрузки 50 А). Минимальный ток зависит от чувствительности ПТН и настраивается с помощью резистора R_{36} . Максимальный ток ограничивают подбором резистора R_{13} . Устройство пригодно для зарядки любых аккумуляторов напряжением от 6 до 24 В, так как является генератором тока. Напряжения в характерных точках показаны на рис.7.

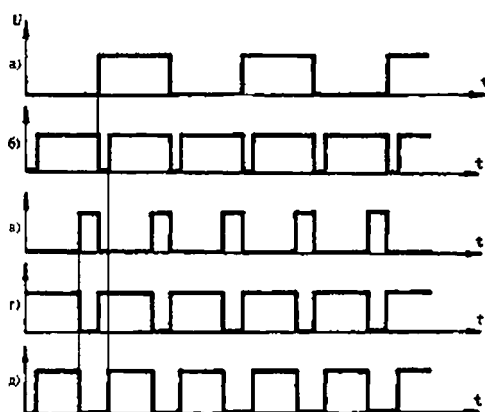


Рис.7

Для удобства пользования в устройстве предусмотрено два поддиапазона регулировки тока. Катушка трансформатора Т1 выполнена бескаркасной. Обмотка I отделена от остальных тремя

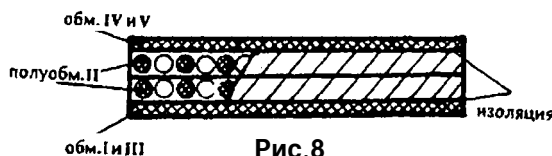


Рис. 8

слоями лакоткани. Обмотку II мотают в два провода, как показано на рис. 8. Таким образом, получают четыре обмотки, после чего их "вызванивают" и принадлежащие к одной полуобмотке соединяют параллельно. Отвод получают соединением конца одной полуобмотки с началом другой.

Действующее (эффективное) значение тока вторичной обмотки со средней точкой

$$I_z = I_n \sqrt{2} = 60 / 1,41 = 43 \text{ А}$$

Принимаем плотность тока $J = 6 \text{ А/мм}^2$ Тогда сечение провода $S = I_z / j = 43 / 6 = 7 \text{ мм}^2$. С целью уменьшения эффекта вытеснения тока, а также получения достаточной гибкости разбиваем проводник на 16 проводов. $S = S / 16 = 7 / 16 = 0,43 \text{ мм}^2$, откуда диаметр провода $D = 0,74 \text{ мм}$ (принимаем $D = 0,8 \text{ мм}$).

Моточные данные трансформаторов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Обмотка	Кол. витков	Провод	Магнитопровод
Т1	I	25	ПЭВ-2 0,4 Ш16х40 (Два сложенных вместе магнитопровода Ш16х20М200СПМ)
	II	6,5+6,5	
	III	2	
	IV	2,5+2,5	
	V	2+2	
Т2	I	3	ПЭВ-2 0,3
	II	2+2	
	III	ПЭВ-2 0,4	
	IV	ПЭВ-2 0,4	
Т2	I	10	М2000НМ К20х12х6
	II	6	
	IIa	1,5	
	III	6	
L6	I	12	М2000НМ Ш12х15 зазор 0,5 мм
	II	1	

Трансформатор Т1 и диоды VD16-VD20 закреплены на общем теплоотводе с площадью охлаждающей поверхности около 1000 см^2 , служащем задней стенкой аппарата. Транзисторы VT4-VT7 закреплены на отдельных ребристых радиаторах с площадью охлаждающей поверхности около 200 см^2 . Причем коллекторы и базы спаренных транзисторов объединены, а в эмиттерах включены токовыравнивающие резисторы по $0,1 \text{ Ом}$ типа С5-16МВ мощностью 2 Вт . Ключи К1, К2 регулятора выполнены в виде отдельных модулей и могут наращиваться до трех. Транзистор VT11 снабжен радиатором с площадью охлаждающей поверхности около 150 см^2 .

Транзистор VT9 закрепляют на том же радиаторе через слюдяную прокладку или на небольшом отдельном радиаторе.

При использовании аппарата с током нагрузки до 40 А дроссель L2 можно заменить Д59. Конденсатор С6 типа К50-35-350В-330 мкФ можно заменить на два конденсатора типа К50-27-350В-220 мкФ. В качестве конденсаторов С 11, С 12 применены конденсаторы типа К73-16-250В-3,3 мкФ. Конденсатор С8 типа К50-29-350В-22 мкФ, конденсатор С23 типа К50-29-63В-1000 мкФ, остальные - типа К50-35 и К73-17. Резистор R4 типа С5-35В мощностью 15 Вт. Дроссели типа Д13 по АГО.475.007ТУ, типа Д69 (Д59) по ОЮО.475.000ТУ. Микросхему ДА1 типа К140УД7 можно заменить К140УД6. При правильной фазировке трансформаторов преобразователь запускается сразу и, как правило, в налаживании не нуждается.

Для настройки установите SA2 в положение 1...10 А, движок резистора R36 - в среднее положение, R16 - в крайнее правое. С помощью подстроечного резистора R36 установите ток короткого замыкания 1 А по амперметру в качестве нагрузки. (При измерении сначала замыкают выходные клеммы, затем к ним подключают амперметр. Для измерений клеммы размыкают. Переключение диапазонов измерений также производят при закороченных клеммах. Встроенный прибор калибруют с помощью подстроечного резистора R41. Затем переведите резистор R16 в крайнее левое по схеме положение. Подбором резистора R13 добейтесь тока короткого замыкания около 10А.

При желании, в устройство можно ввести функцию запуска двигателя. Для этого достаточно сделать пороговое устройство, которое бы переключало аппарат при просадке напряжения в нагрузке (на аккумуляторе) ниже 10 В с тока заряда около 5 А в режим отдачи максимального тока и обратно.

Маломощный электросварочный аппарат предложил В. Баранов (Р 7/96). В основу конструкции автор положил сравнительно редко используемый принцип получения "падающей" характеристики - управление углом отсечки напряжения питания. Он справедливо считает, что в домашних условиях трудно создать аппарат с хорошими массо-габаритными показателями, кроме того, он неспособен удовлетворительно работать в режиме контактной сварки, которая представляет для радиолюбителей большой интерес.

При построении сварочного аппарата предпочтительно применение тороидального магнитопровода, обладающего минимальными габаритами и полем рассеяния. Изменением времени коммутации можно перевести аппарат в режим жесткой выходной характеристики, что превратит его в мощный источник переменного или выпрямленного напряжения, который может работать, например, в качестве зарядного устройства или в установке точечной контактной сварки.

Можно рекомендовать следующую методику ориентировочного расчета трансформатора. Сначала находят требуемую мощность. Основным критерием здесь служит максимальный диаметр электрода, определяющий примерное действующее значение сварочного тока. Так, для электрода диаметром 1,5 мм сварочный ток должен быть в пределах 25...40 А, для 2 мм - 60...70 А, для 3 мм -

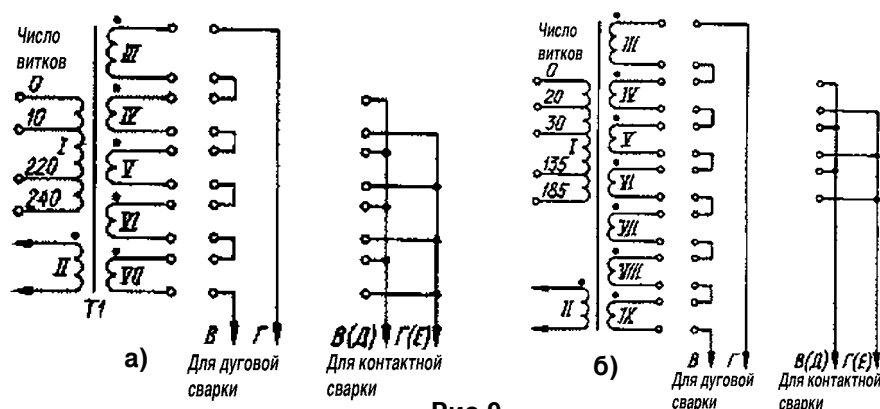
100...140 А, для 4 мм - 160...200 А. Мощность трансформатора в ваттах равна $P_{тр}=25I_{св}$, где $I_{св}$ - сварочный ток в амперах.

Далее определяют сечение магнитопровода в см²: $S>0,015 \times P$, где P - в ваттах. Для магнитопроводов, отличных от тороидального, следует увеличить сечение в 1,3...1,5 раза.

Затем вычисляют диаметр в мм провода первичной обмотки: $dI \geq 1,13 \sqrt{P/2000}$. Диаметр в мм провода вторичной обмотки вычисляют по формуле: $dII \geq 1,13 \sqrt{P/I}$, где I - плотность тока в А/мм². При токе I , меньшем 100 А, принимают J равной 10 А/мм²; при токе менее 150 А - 8 А/мм², при токе менее 200 А - 6 А/мм². Если используют некруглый провод, его сечение должно быть равным сечению круглого. В расчете принято, что среднее суммарное время горения дуги не превышает 20% от среднего суммарного времени пауз между периодами горения дуги.

С учетом изложенного были разработаны два варианта сварочного аппарата меньшей и большей мощности, отличающихся сетевыми трансформаторами, схемы которых показаны на **рис.9**, а и б соответственно. Первичная обмотка обоих трансформаторов сконструирована так, чтобы возможно было варьировать число витков, включенных в сеть. Намоточные характеристики трансформаторов представлены в **табл.2**.

Таким образом, сетевое напряжение 220 В у первого из трансформаторов (**рис.9,а**) может быть подведено к 210, 220, 230 или к 240 виткам первичной обмотки, а у второго (**рис.9,б**) - к 115, 135, 155, 165 или к 185 виткам. Это позволяет в широких пределах изменять коэффициент трансформации и вместе с коммутацией силовых обмоток III-VII (III- IX) подбирать оптимальный режим сварки. Для дуговой сварки силовоточные обмотки соединяют последовательно, а для контактной - параллельно.



В сетевом трансформаторе аппарата меньшей мощности вместо провода ПВ3 можно использовать и другой, допускающий работу при температуре до +80°С и

Сварочные аппараты

имеющий указанное сечение. Магнитопровод использован от трансформатора ЛАТР-9 без какой-либо переделки. Первичную обмотку изолируют лентой из лакоткани или, в крайнем случае, черной липкой тканевой изоляцией. При сварке электродами диаметром до 2 мм возможно подключение этого аппарата к бытовой сети переменного тока напряжением 220 В.

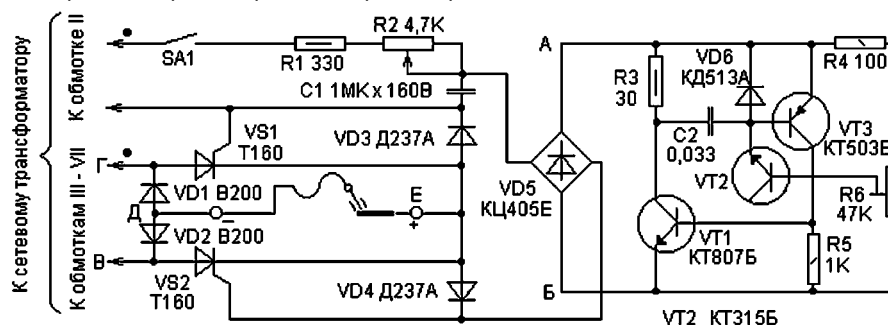
Таблица 2

Сетевой трансформатор аппарата	Обмотка	Число витков	Провод, диаметр, мм (сечение, мм ²)	Примечания
Меньшей мощности (рис.9,а)	I	240	ПЭВ-2 1,5	2 отвода: от 10-го и 220-го витка
	II	40	МГШВ (0,35)	Пригоден любой провод сечением от 0,2 до 0,75 мм ² с изоляцией, допускающей работу при температуре не менее +80°C
	III IV-VII	20 по 5	ПВЗ (10) ПВЗ (10)	Допустимо использование провода ПВЗ сечением 6 мм ² при намотке в "два провода"
Большей мощности (рис.9,б)	I	185	ПЭВ-2 1,8	3 отвода: от 20-го, 30-го и 135-го витка
	II	40	МГШВ (0,35)	Пригоден любой провод сечением от 0,2 до 0,75 мм ² с изоляцией, допускающей работу при температуре не менее +80°C
	III IV-IX	9 по 4	10х3 (10х3)	Допустимо использование любого провода указанного сечения с изоляцией, имеющей теплостойкость не ниже +80°C

Аппарат большей мощности предназначен для сварки электродами диаметром до 4 мм при соответствующей мощности питающей сети. Магнитопровод составлен из двух от трансформаторов ЛАТР-9, у которых внутренний диаметр увеличен до 80 мм - удалена часть витков стальной ленты для размещения обмоток. Снятые два отрезка стальной ленты намотаны на магнитопроводы и закреплены с внешней стороны.

На выводы обмоток III-VII трансформатора аппарата меньшей мощности надевают и пропаивают наконечники с отверстием под винт М5. Можно использовать стандартные наконечники или вырубить их зубилом из медного (латунного) листа толщиной не менее 1 мм. При дуговой сварке обмотки соединяют последовательно, при контактной - параллельно, как показано на **рис.9**. Число подключенных обмоток может изменяться в зависимости от требуемой крутизны падающей характеристики при дуговой сварке или для обеспечения допустимого тока через обмотки при контактной сварке. В аппарате большей мощности наконечники не нужны, отверстия под винт М5 сверлят непосредственно в выводах у их конца.

Принципиальная схема узла управления сварочным аппаратом показана на **рис.10**. Переменное напряжение, поступающее с обмотки II сетевого



Как уже упомянуто, порог срабатывания можно регулировать резистором R6. При повышении порога увеличивается мощность импульса, открывающего тринисторы, что может потребоваться, когда аппарат эксплуатируют при пониженной окружающей температуре.

Переменный резистор R2 позволяет изменять время зарядки конденсатора C1 от начала полупериода до момента срабатывания порогового устройства, т.е. регулировать крутизну падения характеристики аппарата.

Резистор R3 ограничивает ток разрядки конденсатора C1 и определяет длительность импульсов, открывающих тринисторы VS1, VS2; конденсатор C2 способствует формированию фронта и спада импульсов. Диод VD6 защищает эмиттерный переход транзистора VT3 от перегрузки в момент спада импульса. Транзистор VT2 играет роль слаботочного стабилитрона.

Тумблер SA1 монтируют на панели управления аппаратом. Для контактной сварки этот тумблер целесообразно дублировать ножным переключателем. При массовой сварке тонколистовых деталей включать и выключать аппарат можно исполнительными контактами реле времени, подключаемыми параллельно тумблеру SA1.

В узле управления аппаратов конденсатор С1 МБМ или любой бумажный на номинальное напряжение 160 В и более; конденсатор С2 КМ-6. Переменный резистор R2 ППБ-2 с характеристикой А; подстроечный R6 СП5-16ВА. Тумблер SA1 типа МТ-1.

Диоды Д237А можно заменить любыми, которые выдерживают импульсы тока в 1 А. Таким же критерием определен выбор диодного моста VD5. Вместо КД513А

подойдет любой маломощный кремниевый с малым обратным током.

Диоды VD1 и VD2 должны иметь предельно допустимый прямой ток не менее значения сварочного тока для выбранной конструкции. То же самое относится и к выбору тринисторов VS1 и VS2.

Вместо KT807Б подойдет любой п-р-п транзистор, выдерживающий импульсный ток коллектора не менее 1 А при напряжении коллектор—эмиттер не менее 40 В, а вместо KT502В - любой р-п-р транзистор на ток коллектора не менее 0,35 А на то же коллекторное напряжение.

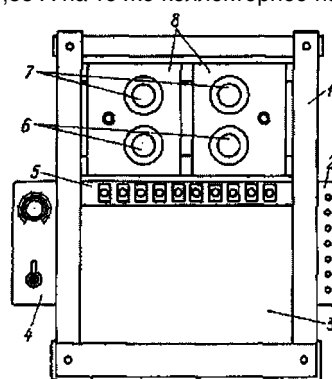


Рис. 11

Оба аппарата имеют сходную конструкцию. На рис.11 схематически показано устройство аппарата меньшей мощности. Его основой служит рама 1, собранная из дюралюминиевых планок углового профиля или, в крайнем случае, из деревянных реек, усиленных дюралюминиевыми уголками. В нижней части рамы закреплен сетевой трансформатор 3 в обечайке от трансформатора ЛАТР. На правой стойке рамы крепят изоляционную колодку 2 с зажимами для подключения аппарата к сети, на левой стойке — коробку 4 с электронным узлом и органами управления — переменным резистором R2 и тумблером SA1.

Вторичные обмотки трансформатора переключают на самодельной прочной текстолитовой колодке 5. Сварочные "шланги" подключают либо к соединенным вместе гибким выводам диодов VD1, VD2 и тринисторов VS1, VS2, либо непосредственно к теплоотводам 8 (для так называемого максимального режима контактной сварки необходимо обеспечить минимальное падение напряжения на подводящих проводниках). Мощные диоды 7 и тринисторы 6 (VD1, VS1 и VD2, VS2) располагают на двух изолированных теплоотводах 8 площадью не менее 100 см² каждый. В мощном аппарате теплоотводы установлены на дополнительных поперечных рейках. Для защиты трансформатора от механических повреждений и прикосновения к токоведущим деталям предусмотрен общий цилиндрический кожух из листовой стали, прикрепляемый к несущей раме (на рисунке он не показан).

Налаживание аппарата сводится к установке амплитуды напряжения открывающего импульса, достаточного для открывания тринисторов, переменным резистором R6 (около 20...30 В). Оптимизируют режим сварки переменным резистором R2, ограничить угол отсечки можно подборкой резистора R1.

Сварочный трансформатор с электронной регулировкой тока предложил М. Терлецкий из Санкт-Петербурга ("Делаем сами" № 2/2000). Этот трансформатор предназначен для электродуговой сварки изделий из конструкционных сталей электродами диаметром 2...5 мм. Питание его осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В. Электронный регулятор тока позволяет

плавно изменять сварочный ток от 20 до 200 А, что дает возможность сваривать детали различной толщины.

Принципиальная электрическая схема трансформатора приведена на **рис.12**. Как следует из схемы, данное устройство - это разновидность трансформатора с тиристорным управлением, получившего распространение в последнее время. Для изготовления трансформатора и регулятора тока используют доступные материалы и детали.

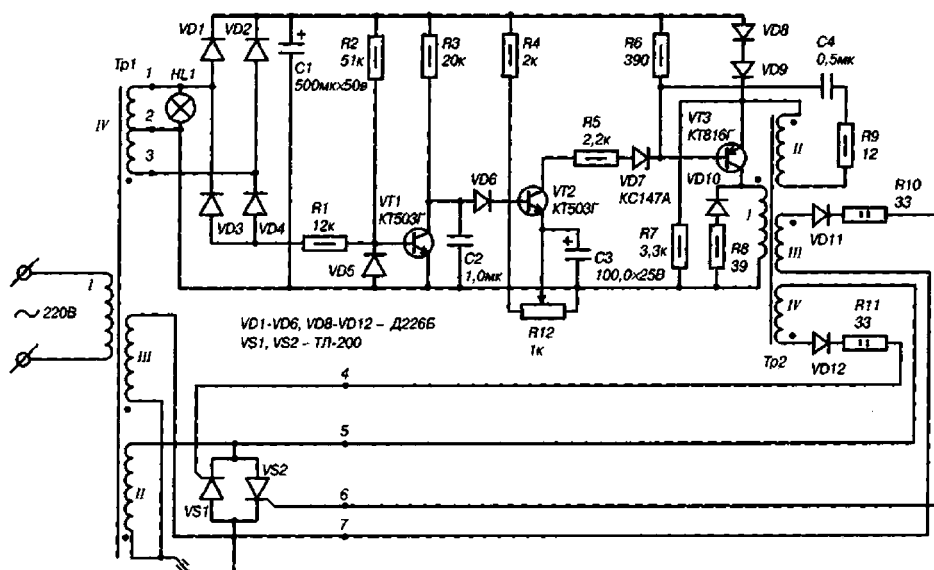


Рис.12

Трансформатор состоит из собственно силового трансформатора Tr1, регулирующих тириستоров VS1 и VS2, включенных в цепь силовой обмотки II, и блока электронной регулировки, вырабатывающего управляющие импульсы.

Дополнительная обмотка III стабилизирует горение дуги и позволяет улучшить процесс ее образования в начальный момент сварки. Обмотка IV питает блок электронной регулировки тока.

Трансформатор Tr1 изготовлен на основе статорного сердечника асинхронного двигателя переменного тока мощностью 15, 18,5 или 22 кВт. Двигатель разбирают, и статор вместе с обмотками извлекают из корпуса. В случае затруднений при извлечении статора из корпуса, последний разбивают, конечно, с соблюдением необходимых предосторожностей.

Обмотки статора вырубает зубилом и остатки удаляют, не повреждая, однако, сами статорные пластины. После этого магнитопровод обматывают несколькими слоями стеклоткани или киперной ленты. В последнем случае изолирующий

материал промазывают эпоксидным клеем или же простым масляным лаком, например, марки ПФ-231.

Первичная обмотка I трансформатора выполняется проводом марки ПЭВ-2 (медный) или АПСО (алюминиевый) 2,5 мм и содержит 220 витков. Провод наматывается равномерно по всему сечению магнитопровода. Если провода требуемого диаметра нет, то можно обмотку выполнить двумя проводами, при этом их суммарное сечение должно составлять 5 мм². Для удобства намотки используется челнок, на который предварительно отматывается требуемое количество провода.

После изготовления обмотки I ее изолируют 2-3 слоями стеклоткани или киперной ленты. Затем рекомендуется проверить ее на наличие короткозамкнутых витков. Для этого обмотку включают в сеть переменного тока напряжением 220 В. Ток в цепи обмотки не должен превышать 0,3...0,5 А. Если значение тока превышает указанное, то ничего не остается, как более аккуратно перемотать обмотку.

Вторичную обмотку II выполняют проводом сечением 35 мм², она содержит 60 витков. В качестве провода может служить медная или алюминиевая шина с надежной изоляцией. Рядом с обмоткой II на магнитопроводе размещают обмотку III, которая также содержит 60 витков провода марки ПЭВ-2 2,5 мм. Обмотка IV содержит 40 витков провода марки ВЭВ-2 0,7 мм с отводом от середины. Обмотки II, III, IV изолируются, как и обмотка I.

После окончательной намотки следует снова испытать трансформатор на “холостом” ходу. При указанном ранее токе на обмотках II и III должно быть напряжение 60 В, а на обмотке IV - 40 В.

В основе блока электронной регулировки тока лежит схема аналогичного устройства промышленного изготовления, а именно трансформатора ТС-200. Монтажная схема регулятора выполняется печатным или навесным способом, но в любом случае регулятор должен быть заключен в надежный корпус.

Трансформатор Tr2 наматывается на магнитопроводе Ш16 с толщиной набора 16 мм. Его обмотка I содержит 140 витков провода марки ПЭВ-2 0,5 мм, обмотка II - 70 витков провода ПЭВ-2 0,1 мм, обмотки III и IV содержат по 90 витков провода ПЭВ-2 0,5 мм. Резисторы R -9 МЛТ-0,5; R10, R11 МЛТ-2; R12 СП2-6А. Конденсаторы C1 и C3 К-50-6; C2 и C4 К73.

Блок, собранный без ошибок и из исправных деталей в наладке не нуждается. Следует обратить внимание на правильное подсоединение обмоток трансформатора Tr2 и на соблюдение указанной в схеме полярности.

Работу блока можно проверить с помощью осциллографа. Для этого выходы 4-5 и 6-7 нагружают резисторами сопротивлением по 50 Ом и мощностью 0,5 Вт. Подсоединив осциллограф сначала к одному выходу, затем к другому, убеждаются, что перемещением движка резистора R12 изменяется скважность импульсов.

Тиристоры VS1 и VS2 устанавливают на теплоотводах с общей площадью поверхности 1000 мм² каждый.

Один из вариантов конструкции сварочного трансформатора представлен на **рис.13**. Трансформатор Tr1 закреплен на круглом основании диаметром 400 мм из

текстолита толщиной 10 мм или из фанеры толщиной 15 мм.

Монтажная схема трансформатора:

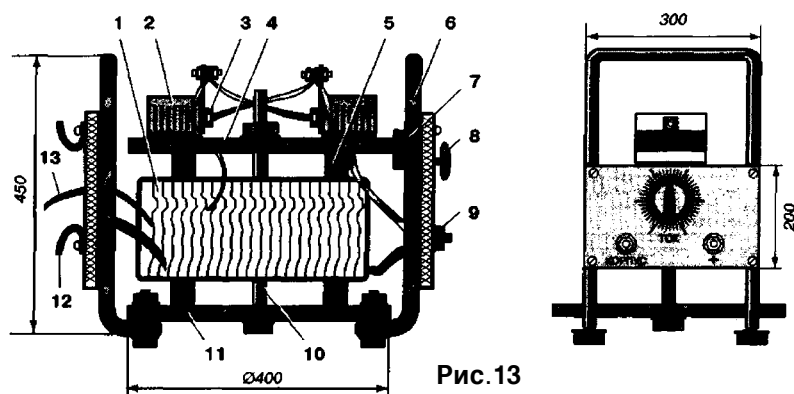


Рис.13

1 - обмотка трансформатора; 2 - радиатор тиристора; 3 - тиристор; 4 - верхняя пластина; 5 - брусок; 6 - ручка для переноски; 7 - блок регулировки; 8 - потенциометр (R12); 9 - клемма для подсоединения сварочного кабеля; 10- крепежный болт; 11 - нижняя пластина; 12 - скоба для намотки сетевого кабеля; 13- сетевой кабель.

Под трансформатор следует подложить два бруска из твердого дерева сечением 30х30 мм и длиной 350 мм для обеспечения циркуляции воздуха и улучшения охлаждения его при работе.

К основанию трансформатор крепится стяжным болтом М12 соответствующей длины. На верхней пластине крепятся радиаторы с тиристорами.

Основание имеет две ручки для переноски трансформатора, изготовленные из стальной трубы диаметром 1/2". На ручках есть две текстолитовые пластины толщиной 6 мм. На одной из них установлен блок регулировки тока, потенциометр R12, а также закреплены клеммы (болты М12) для подсоединения сварочного кабеля. На второй пластине установлены две скобы для намотки сетевого кабеля после окончания работы. Здесь же можно установить и автоматический выключатель, рассчитанный на ток не менее 25 А.

Трансформатор допускает следующий режим его эксплуатации: работа - 1 час, перерыв - 10 минут.

Сварку производят электродами марки Э-5РА УОНИ-13/55-2,5 УД-1 требуемого диаметра с соблюдением техники безопасности при работе с электроприборами.

Предложенный Г. Гавриловым (МК №2/99) аппарат для точечной сварки позволяет надежно соединять листовую сталь толщиной до 3 мм, что более чем достаточно для домашних нужд или мелкой мастерской.

Регулировка величины тока не предусмотрена. Ход сварки определяется временем нагрева (то есть прохождением тока) и контролируется либо визуально (по цвету), либо с помощью реле времени, диапазон выдержки у которого 0,5...5 с. В

качестве базового трансформатора используется серийный ОСМ-1,0 мощностью 1 кВА. Первичную обмотку у него желательно оставить без каких-либо изменений (хотя при необходимости можно и перемотать, ведь здесь всего 200 витков ПЭВ-2 1,9 мм). А вот вторичную лучше заменить на более "продуктивную", выполняемую проводом ПВ3-50 – две трехвитковые части, включенные параллельно, чтобы общее их сечение составляло 100 мм².

На **рис.14** представлены элементы конструкции аппарата для точечной сварки листовой стали:

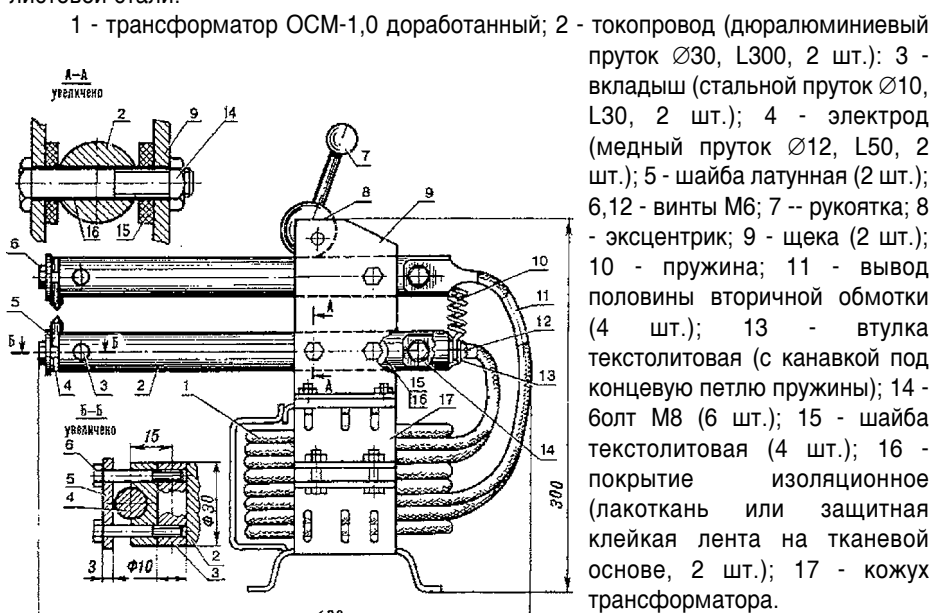


Рис. 14

Держатели электродов рекомендую изготовить из дюралюминиевого прутка диаметром 30 мм. Причем нижний, как показала практика, лучше сделать неподвижным, изолированным от щечек текстолитовыми шайбами, а от крепежных болтов М8 – локотканью или защитной клейкой лентой на хлопчатобумажной основе.

Сами электроды советую использовать медные, диаметром 12 мм, закрепляя их в держателях с помощью прямоугольной латунной шайбы и двух винтов М6, для которых в специальных стальных вкладышах предусмотрительно выполнена соответствующая резьба. В исходном положении держатели с электродами разведены пружиной с подходящими габаритами (например, от старой кровати раскладушки). Но надо сделать так, чтобы пружина не создавала короткого замыкания на выводах вторичной обмотки во время работы сварочного трансформатора. Одним из вполне приемлемых технических решений является, в

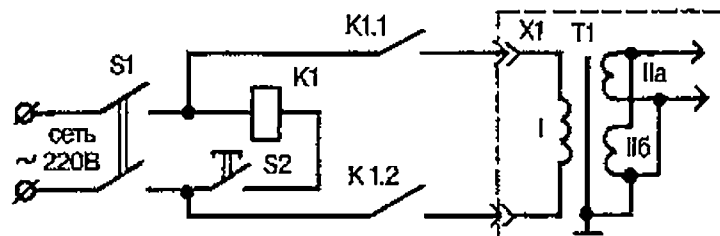


Рис. 15

частности, вариант с применением разделительной пластмассовой втулки, закрепленной в торце неподвижного держателя электрода винтом М6. Нижний конец пружины электрически изолирован от всех остальных деталей "сварочника" при любых, даже самых невероятных ситуациях.

Подсоединять сварочный аппарат к сети желательно по хорошо зарекомендовавшей себя принципиальной электрической схеме (рис. 15) через автоматический 20-амперный выключатель. На такой же ток должен быть рассчитан и электросчетчик. Непосредственное управление "сварочником" - с помощью магнитного пускателя K1, включаемого педалью с кнопкой S2 типа "грибок". Корпус и вторичную обмотку трансформатора необходимо заземлить. Включать и выключать такой "сварочник" надо только при сжатых электродах. Несоблюдение этого простого правила грозит возникновением интенсивного искрения, что приводит к подгоранию электродов с крайне нежелательными последствиями. И еще один выверенный практикой совет. Так как принудительное охлаждение не предусмотрено ни для трансформатора, ни для токопроводов и электродов, то во время сварки следует постоянно следить за температурным режимом. По мере необходимости делать перерывы в работе, но ни в коем случае не допускать перегрева аппаратуры.

Тиристорный регулятор для сварочного трансформатора разработал А. Полушкин (<http://scilab.narod.ru>). Регулятор разработан на основе промышленной схемы, которая была упрощена для работы только постоянным током. Он позволяет изменять в широких пределах выходное напряжение и ток, в результате сварочный аппарат можно использовать не только по основному назначению, но и для работы угольным электродом, и для питания мощного двигателя постоянного тока.

Для улучшения зажигания дуги и повышения ее устойчивости имеется отключаемый удвоитель напряжения. Детали выбраны с большим запасом по параметрам для повышения надежности при работе в сложных условиях.

Схема регулятора показана на рис. 16.

Сварочный трансформатор TR имеет силовую обмотку II с напряжением "холостого" хода 48 В, и две одинаковых дополнительных обмотки: IV - для питания регулятора и III - для формирователя импульсов управления тиристорами. Выходное напряжение "холостого" хода обмоток III и IV составляет 24 В при номинальном напряжении питающей сети.

Блок питания выполнен на 5-амперном стабилизаторе напряжения типа LM338K. На транзисторах VT1 и VT2 построен формирователь управляющих

Рис.16



импульсов открывания силовых тиристоров. Резистор R8 выведен на лицевую панель аппарата. Транзисторы VT3 и VT4 - усилители тока. Для уверенного открывания тиристоров ток упр. электрода должен быть в пределах 0,4...0,8А, его значение определяется сопротивлением резисторов R13 и R14.

Силовая часть электросхемы представляет собой управляемый мостовой выпрямитель на диодах VD3, VD4 и тиристорах VS1 и VS2. Выключатель SW1 позволяет

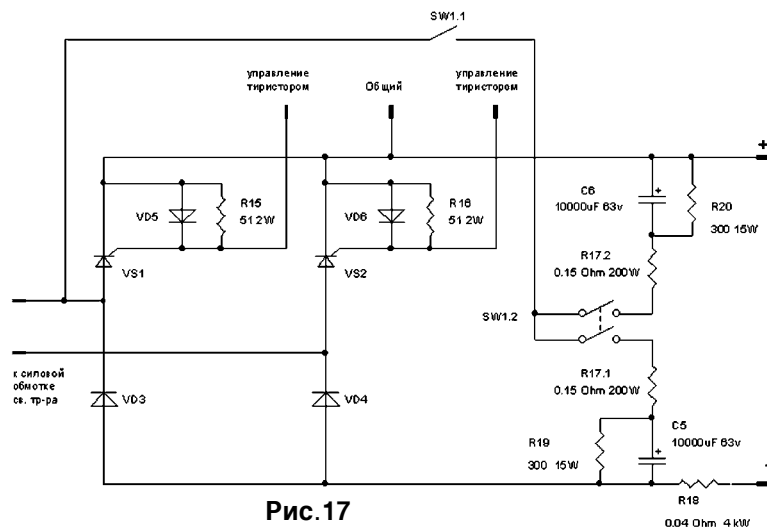


Рис.17

использовать выпрямитель в качестве удвоителя напряжения с очень мягкой характеристикой.

В процессе эксплуатации схема силовой части была немного изменена, ее окончательный вариант показан на **рис.17**. Выводы управления тиристорами подключаются к резисторам R13 и R14 основной схемы.

Были добавлены защитные диоды VD5 и VD6 типа КД213, резисторы R19 и R20, а выключатель SW1 заменен двухсекционным силовым галетным переключателем 380 В 25 А, что позволило расширить возможности аппарата.

Теперь с помощью SW1 выбираются три режима работы:

1. SW1.1 разомкнут, SW1.2 разомкнут - выходное напряжение регулируется в пределах от 12 до 46 В. В этом режиме аппарат можно использовать в качестве мощного блока питания.

2. SW1.1 замкнут, SW1.2 замкнут - схема работает в режиме удвоения напряжения. Во всем диапазоне регулировок на выходе напряжение "холостого" хода 100...140 В, что очень облегчает зажигание сварочной дуги.

3. SW1.1 разомкнут, SW1.2 замкнут - получаем обычный мостовой выпрямитель с фильтрующими конденсаторами на выходе. Выходное напряжение "холостого" хода соответствует амплитудному значению во вторичной обмотке трансформатора, и при регулировке изменяется лишь в небольших пределах.

Для получения нужных комбинаций положения контактов в кулачках переключателя сделаны соответствующие вырезы.

Для питания схемы используется интегральный стабилизатор LM338K.

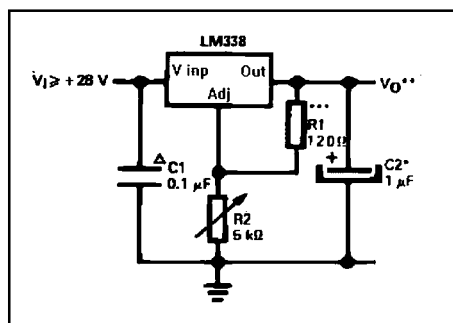
Выходное напряжение 1,5...30 В, номинальный ток 5А.

На **рис.18** приведены цоколевка и типовая схема включения.

Силовые диоды и тиристоры можно использовать любые подходящие на ток 200...500 А. Резистор R18 установлен по причине довольно жесткой характеристики сварочного трансформатора. Для его изготовления использован ленточный балластный резистор от мощного электродвигателя.

TYPICAL APPLICATIONS

+ 1.2V to + 25V ADJUSTABLE REGULATOR



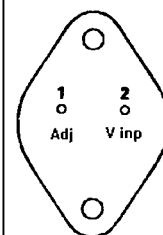
Δ Needed if device is far from filter capacitors.

* Optional-improves transient response. Output capacitors in the range of 1μF to 100μF of aluminium or tantalum electrolytic are commonly used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$^{**} V_O = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

*** R1 = 240Ω for LM138 and LM238

PIN CONNECTION (bottom view)



Case is output

Рис.18

Испытатели радиоэлементов

К испытателям радиоэлементов можно отнести специальные приборы для проверок параметров и снятия основных частотных и амплитудных характеристик радиоэлементов определенного типа, простые приставки к измерительным приборам общего назначения, предназначенные для снятия какого-либо параметра, а также разного рода тестеры, в которых присутствует вид работы по измерению величины определенного параметра, например R, L, C и т.п.

Таким образом, в качестве испытателей радиоэлементов можно рассматривать широкий спектр измерительных приборов, поэтому здесь обратим наше внимание на некоторые разновидности измерителей параметров радиоэлементов, набор которых будет достаточным для повседневной работы радиолюбителя.

Начнем с простого тестера, основным назначением которого в свете обозначенной темы является измерение сопротивления и индикация наличия цепи прохождения тока, т.е. можно назвать его простым испытателем сопротивления. С его помощью можно определить величину сопротивления, найти замыкание и разрыв в цепи и таких компонентах, как емкости, индуктивности и полупроводниковые приборы.

Компактный тестер предложил А. Немич из г. Брянска (Р №2/96), позволяющий измерять напряжение постоянного тока на пределах 10, 100 и 1000 В и напряжение переменного тока на пределах 20, 200 и 2000 В. С его помощью можно оценивать сопротивление в диапазоне 1...1000 кОм на одном пределе, "прозванивать" цепи сопротивлением от нуля до 1 кОм, а также определять фазовый и нулевой провода в цепи.

Схема прибора, приведенная на **рис.1**, предельно проста. Измерение напряжения постоянного тока производится микроамперметром PA1 по току в цепи добавочного резистора R1 (или R2, R3) и элементов X1 (или X2, X3), S1, X4. Напряжение переменного тока (частотой не выше 1 кГц) измеряется той же цепью, но при разомкнутом переключателе S1, когда включен однополупериодный выпрямитель на диоде VD1. Нужно отметить, что максимальная амплитуда измеряемого переменного напряжения не должна превышать допустимого для выпрямительного диода КД105Г значения обратного напряжения (600 В).

Сопротивление в диапазоне 1...1000 кОм оцени-

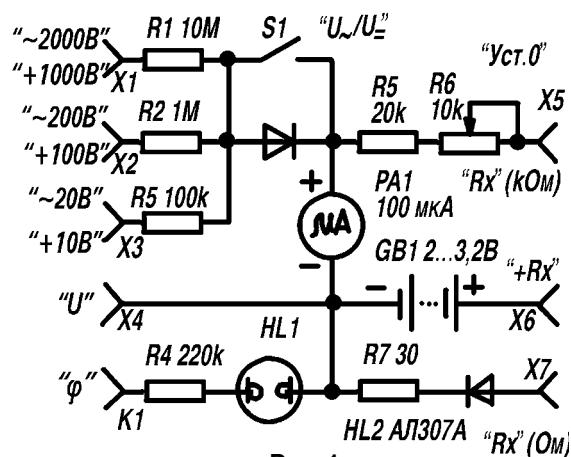


Рис.1

вается по изменению величины тока, протекающего через микроамперметр РА1 по замкнутой цепи источника тока GB1 и Rx, X5, R6, R5, X6. Подстроенным резистором R6 устанавливают "0" микроамперметра при замкнутых контактах X5, X6.

Подключая к гнездам X5 и X6("+) диод или два вывода транзистора, можно оценить качество р-п перехода, распознать структуру транзистора, определить выводы анода и катода диода, проверить исправность электролитического конденсатора.

Цепи с сопротивлением постоянному току в диапазоне 0...1 кОм "прозванивают" по цепи X6, GB1, R7, HL2, X7: по яркости свечения светодиода HL2 можно грубо оценить величину сопротивления в пределах 0...1 кОм.

Для определения фазового провода прижимают палец к контакту K1 и общим проводом (от разъема X4) касаются одного из сетевых проводов: при контакте с фазовым проводом загорается неоновая лампа HL1.

Степень разрядки батареи гальванических элементов или аккумуляторов GB1 можно определить внутренним вольтметром, соединив щупом гнезда X6 и X3 при замкнутом переключателе S1, или по яркости свечения индикатора HL2 при соединении щупов от гнезд X6 и X7. Такой контроль возможен и внешним вольтметром через гнезда X4 ("-") и X6 (+"). Кроме того, эти гнезда можно использовать и для подзарядки аккумуляторов без изъятия из прибора.

Конструкция прибора зависит от типа применяемого микроамперметра. Номиналы резисторов, приведенные на схеме, соответствуют микроамперметру М733.5 с током полного отклонения стрелки 100 мкА. Можно применить подобный микроамперметр М4248 с несколько большими габаритами, а также малогабаритные стрелочные индикаторы, используемые в магнитофонах, но в этом случае следует проградуировать их шкалу.

Детали прибора располагаются на двух платах (нижней и верхней), зажимающих между собой микроамперметр, изготовленных из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Нижняя и верхняя платы припаяны к лицевой панели. Для жесткости эти платы припаивают и к задней стенке, также изготовленной из фольгированного стеклотекстолита, на которой крепят переключатель S1 и резистор R6, к ней же припаяна медная или латунная гайка М3, с помощью которой винтом всю конструкцию фиксируют в пластмассовом корпусе.

Резистор R1 нужно сделать из двух-трех резисторов МЛТ-0,5. Гнездовые контакты — из стандартных разъемов ШР, можно использовать укороченные гнезда от разъема ОНЦ-РГ-0932/30-Р12 длиной 22 мм (под штыри диаметром 1,4 мм).

В качестве источника тока GB1 используют аккумуляторы Д-0,06 или элементы РЦ-53. Переключатель S1 типа ПД9-1 или любой другой малогабаритный. Для установки нуля омметра используют малогабаритный переменный резистор R6 типа СПЗ-16, СПЗ-44, СП4-1а и т.п. Индикатор HL1 типа ТН-0,8 или другой малогабаритный.

Градуировку по постоянному току при применении микроамперметра М733.5 или М4248, как правило, проводить не нужно. По переменному току градуируют

вольтметр, подав напряжение точно 20 В на гнездо Х3 при разомкнутых контактах S1. Тонким штрихом карандаша градуируют шкалу, уменьшая напряжение с шагом 1...5 В. Шкалу измерения сопротивлений калибруют, подключая к гнездам Х5 и Х6 резисторы сопротивлением от 1 кОм до 1 МОм.

Прибором можно измерять еще постоянное напряжение с пределами шкалы 0...2 В и 0...3 В, используя подключение к гнездам Х4 ("-") и Х5. В левом по схеме положении движка резистора R6 верхний предел шкалы будет 2 В, а в правом - 3 В. При этом нужно учитывать, что в этом случае происходит сбой нуля омметра. Для увеличения точности на этих пределах целесообразно уменьшить сопротивление резистора R5 на величину сопротивления рамки прибора PA1.

Схема измерителя емкости из журнала "Radio, fernsehen, elektronik", № 2/78 находится на сайте <http://radiomania.by.ru>. Автор обращает внимание радиолюбителей на то, что электролитические конденсаторы из-за понижения емкости или значительного тока утечки нередко являются причиной неисправности радиоаппаратуры. Электронный тестер, схема которого приведена на **рис.2**, позволяет определить целесообразность дальнейшего использования конденсатора, явившегося предположительно причиной неисправности. Совместно с многопредельным авометром (на пределе 5 В) или отдельной измерительной головкой (100 мкА), тестером, можно измерять емкости от 10 мкФ до 10 000 мкФ, а также качественно определить степень утечки конденсаторов.

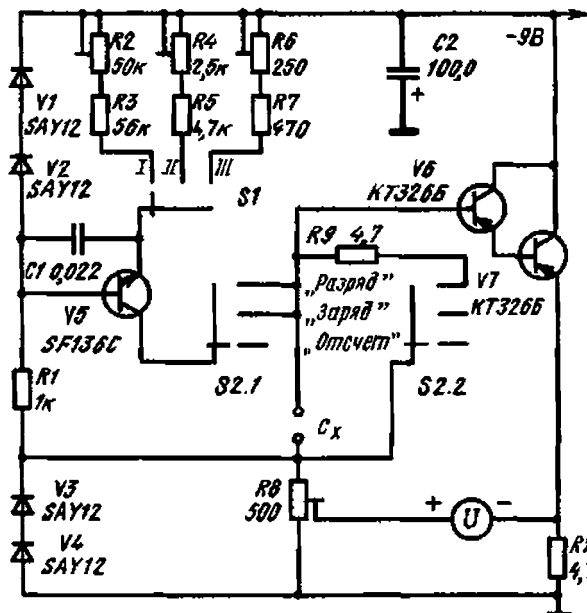


Рис.2

В основе работы тестера лежит принцип контроля остаточного заряда на полюсах конденсатора, который был заряжен током определенной величины в течение определенного времени. Например, емкость 1 Ф, получавшая заряд током 1 А в течение 1 с, будет иметь разность потенциалов на обкладках, равную 1 В. Практически постоянный ток заряда испытуемого конденсатора С обеспечивается генератором тока, собранным на транзисторе V5. На первом диапазоне емкости можно измерять до 100 мкФ (ток заряда конденсатора 10 мкА), на втором - до 1000 мкФ (100 мкА) и на третьем - до

10000 мкф (1мА). Время заряда C_x выбрано 5 с и отсчитывается либо автоматически с помощью реле времени либо по секундомеру.

Перед началом измерения в положении переключателя S2 "Разряд" потенциометром R8 устанавливают баланс моста, образованного базово-эмиттерными переходами транзисторов V6 и V7, резисторами R8, R9, R10 и диодами V3, V4, используемыми в качестве низковольтного источника опорного напряжения. Затем переключателем S1 выбирают ожидаемый диапазон измерения емкости. Если конденсатор не маркирован или потерял часть емкости, измерения начинают в первом диапазоне.

Переключатель рода работ S2 перед измерением устанавливают в положение "Разряд", в этом случае подключаемая емкость C_x тотчас разряжается через резистор R9. В положении "Заряд" переключатель S2 удерживают в течение 5 с, а затем переводят в положение "Отсчет" и немедленно производят отсчет результата измерения. Значение емкости (в мкФ) обратно пропорционально нанесенным на шкалу прибора делениям напряжения (В) и определяется по формуле $C=A/U$, где А - постоянная, равная 50, 500, 5000 соответственно для первого, второго и третьего диапазонов измерения. Если конденсатор неисправен и обладает большим током утечки, стрелка измерительного прибора быстро вернется на нулевую отметку шкалы. Величина тока утечки при этом не определяется.

Налаживание тестера несложно и сводится в основном к установке потенциометрами R2, R4, R6 указанных ранее токов заряда по включенному в клеммы C_x микроамперметру.

В измерителе емкости можно применить диоды КД202Б и транзистор КТ340В. Последовательно с микроамперметром следует включить добавочный резистор для получения диапазона 5 В на всю шкалу или использовать авометр, включенный на соответствующий предел измерения.

Логическим продолжением темы испытания конденсаторов является приставка-измеритель LC к цифровому вольтметру, которую разработал И. Потачин из г. Фокино Брянской обл. (Р № 12/98), предназначенная для использования совместно с мультиметрами или цифровыми вольтметрами (например, М-830В, М-832 и им подобными), не имеющими режима измерения параметров реактивных элементов.

Для измерения емкости и индуктивности с помощью несложной приставки использован принцип, который позволяет с достаточной для практики точностью измерять емкость в пределах 2 пФ...1 мкФ и индуктивность 2 мкГн...1 Гн. Кроме того, в нем вырабатывается напряжение прямоугольной формы с фиксированными частотами 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц и регулируемой амплитудой от 0 до 5 В, что расширяет область применения устройства.

Задающий генератор измерителя (рис.3) выполнен на элементах КМОП микросхемы DD1, частоту на его выходе изменяют с помощью переключателя SA1 в пределах 1 МГц...100 Гц, подключая конденсаторы C1-C5. С генератора сигнал поступает на электронный ключ, собранный на транзисторе VT1. Переключателем

Испытатели радиоэлементов

SA2 выбирают режим измерения "L" или "C". В показанном на схеме положении переключателя приставка измеряет индуктивность. Измеряемую катушку индуктивности подключают к гнездам X4, X5, конденсатор - к X3, X4, а вольтметр - к гнездам X6, X7.

При работе вольтметр устанавливают в режим измерения постоянного напряжения с верхним пределом 1...2 В. Следует учесть, что на выходе приставки напряжение изменяется в пределах 0...1 В. На гнездах X1, X2 в режиме измерения емкости (переключатель SA2 - в положении "C") присутствует регулируемое напряжение прямоугольной формы. Его амплитуду можно плавно изменять переменным резистором R4.

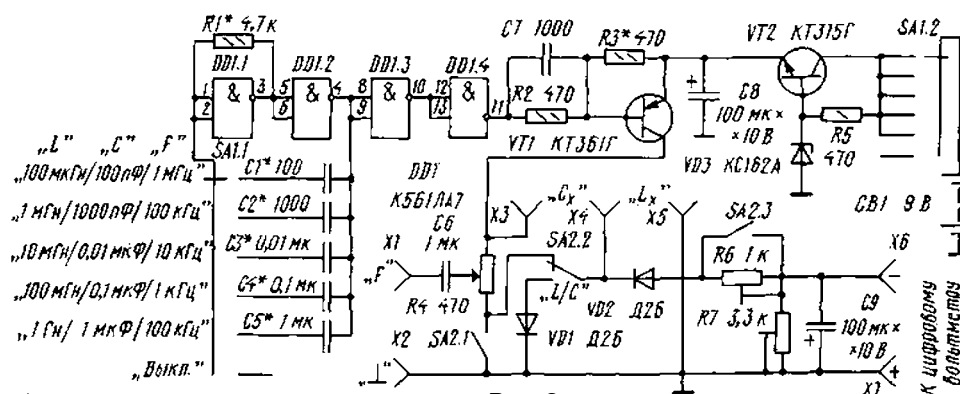


Рис.3

Питается приставка от батареи GB1 с напряжением 9 В через стабилизатор на транзисторе VT2 и стабилитроне VD3. Микросхему K561LA7 можно заменить K561ЛЕ5 или K561ЛА9 (исключив DD1.4), транзисторы VT1 и VT2 любые маломощные кремниевые соответствующей структуры, стабилитрон VD3 заменяется KC156A, KC168A. Диоды VD1, VD2 любые точечные германиевые, например, Д2, Д9, Д18. Переключатели желательно использовать миниатюрные.

Корпус прибора самодельный или готовый подходящих размеров. Монтаж деталей (рис.4) в корпусе навесной на переключателях, резисторе R4 и гнездах. Разъемы X3-X5 самодельные, изготовлены из листовой латуни или меди толщиной 0,1...0,2 мм, конструкция их понятна из рис.5. Для подключения конденсатора или катушки необходимо ввести выводы детали до упора в клиновидный зазор пластин; этим достигается быстрая и надежная фиксация выводов.

Налаживание прибора производят с помощью частотомера и осциллографа. Переключатель SA1 переводят в верхнее по схеме положение и подбором конденсатора C1 и резистора R1 добиваются частоты 1 МГц на выходе генератора. Затем переключатель последовательно переводят в последующие положения и подбором конденсаторов C2-C5 устанавливают частоты генерации 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц и 100 Гц. Далее осциллограф подключают к коллектору транзистора VT1,

Рис.4

Рис.5

устанавливаемом дискретно величиной 0,1; 0,3; 1 и т.д. до 300 мА. Кроме того, возможно измерение обратного тока коллектора также на трех диапазонах с верхними пределами 20, 2 и 0,2 мА, разрешающая способность на низшем - 0,1 нА. Определение $h_{21э}$ производится при напряжении коллектор-база около 1,5 В, обратного тока коллекторного перехода - при 5 В.

Принцип измерения $h_{21э}$ проиллюстрирован на **рис.6**. Проверяемый транзистор VT_x включен по схеме с общей базой. Его эмиттерный ток определяется относительно большим сопротивлением токозадающего резистора, установленного в цепь эмиттера (один из резисторов $R_{15}-R_{23}$), и напряжением источника питания. В цепь эмиттера включен также токоизмерительный резистор ($R_{11}-R_{14}$). В цепи базы в диагонали диодного моста $VD1$ установлен резистор, падение напряжения на котором пропорционально току базы (R_1-R_6).

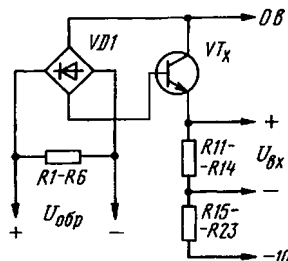


Рис.6

Отношение напряжения на резисторе в цепи эмиттера к напряжению на резисторе в цепи базы пропорционально коэффициенту передачи тока в схеме с общим коллектором, он на единицу больше аналогичного коэффициента в схеме с общим эмиттером. Это отношение измеряется АЦП на микросхеме КР572ПВ5. Токоизмерительные резисторы подобраны такого сопротивления, что падение на эмиттерном резисторе составляет около 50 или 150 мВ, на базовом - 25...1500 мВ, в зависимости от

коэффициента передачи тока базы $h_{21э}$ и диапазона. Диодный мост необходим для того, чтобы можно было проверять транзисторы различной структуры без переключения входов $U_{обр}$ АЦП. Кроме того, падение напряжения на диодах моста обеспечивает напряжение коллектор-база на указанном уровне 1,5 В. Напряжение на входе $U_{вх}$ АЦП может менять знак, поэтому в эмиттерной цепи диодный мост не требуется.

При измерении обратного тока коллекторного перехода $I_{ко}$ между коллектором и эмиттером проверяемого транзистора VT_x прикладывается напряжение 5 В с делителя R_7R_{15} (**рис.7**). Падение напряжения на токоизмерительных резисторах $R_{11}-R_{14}$ пропорционально измеряемому току. На вход $U_{обр}$ АЦП в этом режиме подается напряжение 100 мВ. Роль делителя состоит не только в снижении напряжения, подаваемого на транзистор, до 5 В и ограничении тока в случае установки неисправного транзистора, но и в приведении синфазного напряжения на входах $U_{вх}$ АЦП к половине напряжения питания. Естественно, что в этом режиме можно проверять и обратные токи диодов.

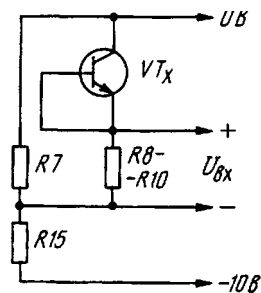


Рис.7

Полная схема измерителя приведена на **рис.8** и **рис.9**. Переключатель SA1

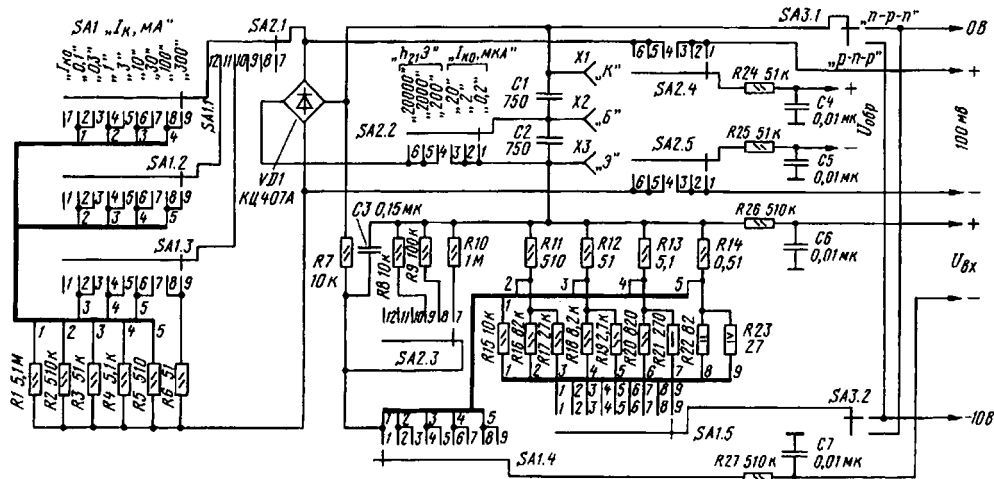


Рис.8

служит для выбора тока эмиттера проверяемого транзистора и включения режима измерения обратного тока коллектора I_{CO} , переключатель SA2 определяет диапазоны измерений $h_{21э}$ и I_{CO} , положение SA3 определяется структурой транзистора. Конденсаторы C1 и C2 необходимы для устранения генерации, иногда возникающей при проверке высокочастотных транзисторов, C3 устраняет сетевые наводки при измерении обратного тока коллекторного перехода. Включение микросхемы KP572PB5 и индикатора ИЖЦ5-4/8 достаточно стандартное, отличие лишь в том, что входы $U_{вх}$ и $U_{обр}$ не связаны с общим проводом аналоговых цепей (вывод 32 микросхемы). Частота тактового генератора - 40 кГц.

Резисторы, показанные на рис.8, в основном распаяны на выводах переключателей SA1 и SA2. Резисторы R1-R6, R8-R14 следует подобрать с точностью не хуже 1%. В описываемой конструкции в основном использовались резисторы типа C2-29В мощностью 0,125 Вт. Резисторы R7, R15-R23 использованы типа МЛТ с допуском 5%. Подстроечный резистор R50 СП3-19а.

Токоизмерительные резисторы R1-R6, R11-R14 не обязательно должны быть точно тех сопротивлений, которые указаны на схеме рис.8. Например, они могут быть кратны 47 или 56, но обязательно все.

Конденсаторы C6-C8 использованы типа К73-17 на рабочее напряжение 160 В. Возможно применение и других конденсаторов, обозначение которых начинается с К71 или К73, например К73-9, К73-11, К73-16. Полярные конденсаторы типа К53-4 (C4, C12), остальные - КМ-5 или КМ-6.

Переключатель SA1 типа ПГ7-35-16П5Н, SA2 ПГ2-11-6П6Н, SA3 ПГ2-13-4П3Н. На принципиальной схеме дана нумерация контактов, приведенная на переключателях.

Микросхему К561ЛП2 можно заменить КР1561ЛП14, а при изменении рисунка печатной платы - 564ЛП2.

Все элементы измерителя, включая блок питания на основе трансформатора ТП220-127/220-50, все шесть вторичных обмоток которого соединены последовательно, установлены в пластмассовую коробку размерами 70х95х150 мм.

Настройку прибора следует начать с установки частоты тактового генератора АЦП, равной 40 кГц, подбором резистора R57. Для этого осциллографом, синхронизированным от сети, контролируют частоту импульсов на выходе F микросхемы DD2 (вывод 21). Изображение импульсов на экране должно быть практически неподвижным, при этом их частота составляет 50 Гц.

Необходимо также откалибровать измеритель тока. Проще всего установить на движке подстроечного резистора R51 относительно общего провода напряжение 100 мВ, контролируя его точным вольтметром с входным сопротивлением не менее 1 МОм.

Простой испытатель транзисторов любой проводимости опубликован в книге В. Бастанова "300 практических советов". На **рис.10** приведена принципиальная схема испытателя транзисторов. Он представляет собой несимметричный мультивибратор, собранный на двух транзисторах различной проводимости (n-p-n T1 и p-n-p T2), причем один из них заведомо исправный, а другой — проверяемый. Работа мультивибратора проверяется с помощью микротелефона, подключаемого к гнезду ТЛФ. Питается испытатель от одного элемента напряжением 1,5 В.

При включении исправных транзисторов в микротелефоне возникает громкий звук. Если один из транзисторов плохого качества, то звук будет прерывистым или шипящим. При включении неисправного транзистора испытатель будет молчать.

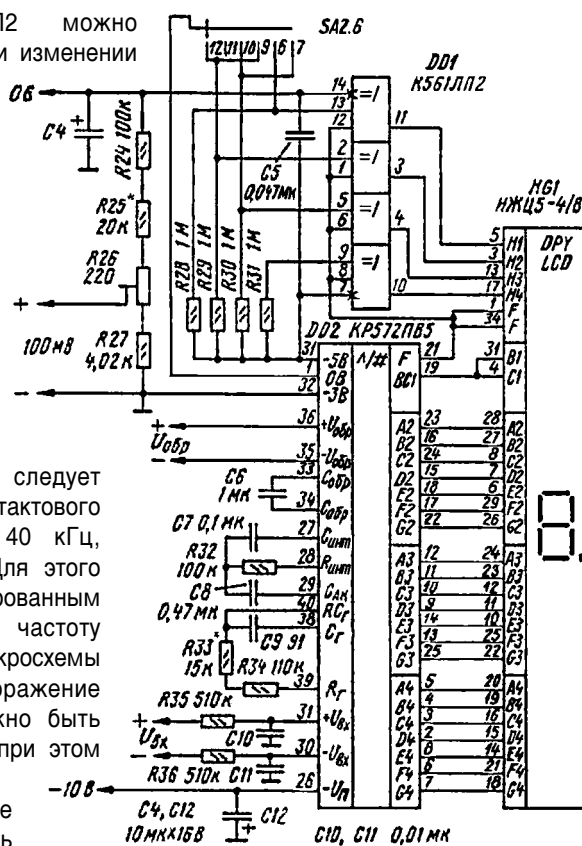


Рис.9

Таким образом, для проверки транзисторов нужно иметь один исправный п-р-п транзистор и один р-п-р. Отсутствие в данном приборе микроамперметра, применяемого в большинстве других испытателей транзисторов, делает его доступным для изготовления практически любым радиомастером и радиолюбителем.

Следует отметить, что испытатель не повреждает испытуемые транзисторы даже при неправильном подключении их выводов.

В качестве микротелефона можно использовать капсули типа ДЭМ-4, ДЭМШ или ТМ-2.

Тот же автор предложил прибор для проверки транзисторов без выпайки из схемы, который позволяет проверять исправность п-р-п или р-п-р транзисторов без выпайки из схемы в телевизорах, радиоприемниках и других радиотехнических устройствах. С помощью прибора можно быстро отыскать неисправный транзистор без нарушения печатного монтажа и лакового покрытия схемы.

Схема прибора (рис. 11) состоит из схемы блокинг-генератора, измерительного прибора М-261, индикаторной лампочки, низкоомного телефона, батареи питания и щупов. Принцип работы основан на том, что в цепь проверяемого транзистора включается лампочка Л1, рассчитанная на напряжение 3,5 В и ток накала 0,26 А, а в цепь базы (параллельно резистору R2) - последовательно соединенные резисторы R1 и R3. Переменным резистором R4 изменяют ток базовой цепи. Если проверяемый транзистор исправный, будет изменяться яркость свечения лампочки. Чем больше коэффициент передачи тока, тем при большем сопротивлении введенной части резистора R4

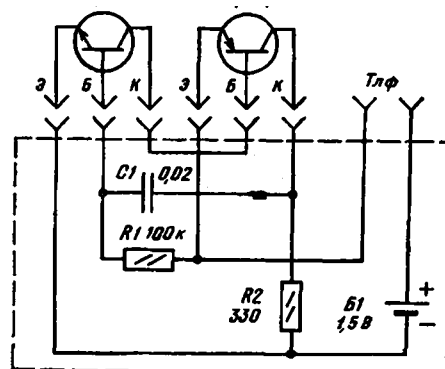


Рис. 10

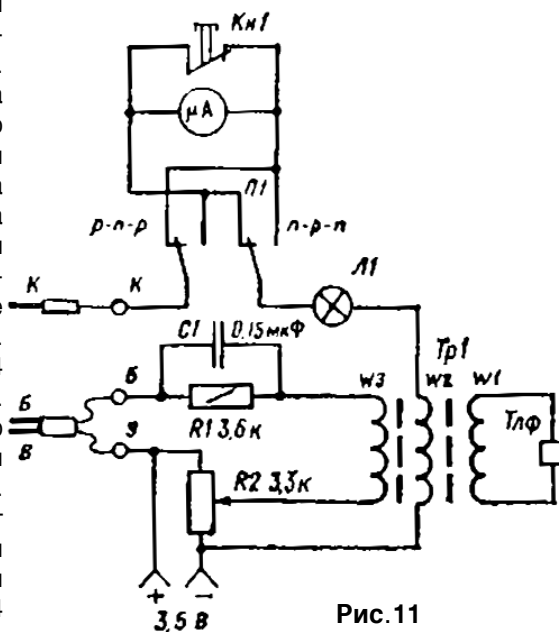


Рис. 11

возникает заметный на глаз накал нити лампочки. Если же лампочка не светится даже при полностью выведенном сопротивлении резистора или светится ярко при любом положении его движка, значит транзистор неисправен.

Схема простого испытателя тиристоров и симисторов, опубликованная в журнале FUNKAMATEUR № 10/90 (здесь в переводе В. Беседина (UA9LAQ) из г. Тюмени), требует для своего создания совсем немного деталей. Проверить тиристор или симистор сложнее, чем транзистор, - тестером здесь не обойтись.

Схема тестера позволяет проверять только работоспособность тиристоров и симисторов. Если переключатель S1 находится в положении, указанном на схеме **рис.12**, то конденсатор C2 заряжается через резистор R1 и диод D2 до напряжения, близкого к напряжению батареи питания. Конденсатор C1 разряжен, так как диод D1 в этом направлении ток не проводит, заперт.

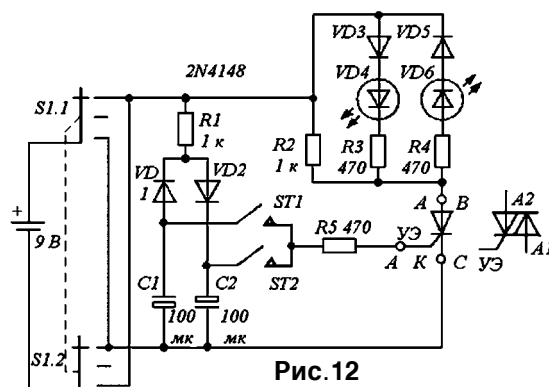


Рис.12

Если тиристор подключен так, как указано на схеме, то светодиоды D4 и D6 не будут светиться. Стоит теперь кратковременно нажать кнопку ST2, как в цепи управляющего электрода тиристора через резистор R5 потечет управляющий ток, который приведет к открыванию тиристора. Зажжется светодиод D4. Светодиод D6 останется потушенным, поскольку диод D5 включен в непроводящем направлении. Если теперь кратковременно выключить S1, т.е. перевести переключатель в соседнее "холостое" положение, для смены полярности, как сразу погаснет D4. Коротким нажатием кнопки ST2 снова подаем управляющий импульс от заряженного конденсатора C2 через резистор R5 на управляющий электрод тиристора. Этот импульс теперь не должен привести к открыванию тиристора, так как последний подключен к источнику питания в непроводящем направлении.

Поведение симистора отличается от поведения тиристора: симистор и в этом случае открывается и проводит ток. В зависимости от того, какую полярность имеет питающее напряжение, симистор открывается при нажатии кнопок ST2 или ST1. Конечно, после смены полярности питающего напряжения следует немного подождать, чтобы успели зарядиться соответствующие конденсаторы, а уж потом жать кнопки. C2 заряжается только в указанном на схеме положении переключателя S1, C1 - только в нижнем по схеме положении.

Размещайте детали устройства на монтажной плате в соответствии с принципиальной схемой. Особенностей монтажа нет, так как нет чувствительных к наводкам и т.п. элементов. Плата вместе с батареей питания помещается в

Простейшая схема (**рис.13**) содержит генератор импульсов частотой 15 кГц на DD1 и двоичный счетчик-делитель на ИМС DD2. Счетчик обеспечивает непрерывный опрос состояний ячеек памяти ПЗУ с периодом около 1 с. Если в микросхеме ПЗУ хотя бы в одной ячейке памяти после стирания сохранилось состояние лог. "0", то в момент ее опроса светится светодиод того разряда байта, в котором она находится.



Звуковой испытатель кварцевых резонаторов разработал Г. Прадиб из Индии (ELECTRONICS Australia № 12/96). Схема устройства (**рис. 14**) формирует звуковой тон при подключенном исправном резонаторе. Микросхема DD1 является двоичным счетчиком, в составе которой имеется генератор.

Чтобы генератор возбуждился, к нему следует подключить внешний резонатор, резистор (R1) и два конденсатора емкостью по 10 пф (C1, C2) - генерация возникает на основной частоте резонатора. Затем делители частоты микросхемы понижают частоту сформированного сигнала до значения звуковых частот.

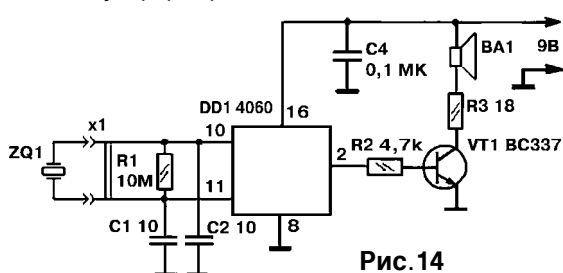


Рис. 14

Транзистор VT1 - усилитель, позволяющий подключить в его коллекторную цепь низкоомную звуковую головку для индикации низкочастотных колебаний.

Опытный образец испытателя уверенно работал с резонаторами от 1 до 27 МГц. В последнем случае частота

звуковых колебаний на выходе пробника около 6,6 кГц.

В устройстве можно использовать отечественную микросхему типа 1051ХЛ2 и транзистор КТ315Б. В качестве звуковой головки подойдет любая малогабаритная с мощностью 0,25-0,5 Вт и сопротивлением звуковой катушки не менее 8 Ом.

На сайте <http://www.gelezo.com> представлен тестер для контроля энергоемкости элементов питания.

Для проверки качества гальванического элемента питания и оценки его энергоемкости достаточно выполнить два измерения:

1) подключить нагрузку и измерить напряжение на элементе - оно должно превышать 1,2 В. При этом для каждого типа элемента используется свое сопротивление нагрузки.

2) кратковременно (на 1...3 с) к выводам элемента питания подключить тестер в режиме измерения тока (на максимальном пределе). В зависимости от типа элемента и его состояния ток в цепи может достигать 5...6 А.

Схема на рис. 15 предназначена для быстрой проверки напряжения и емкости, что дает возможность легко оценить качество приобретаемого гальванического

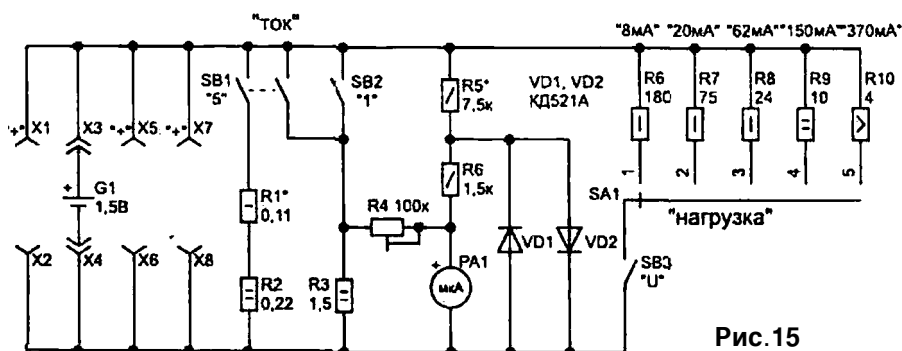


Рис. 15

элемента питания или степень заряда аккумулятора с номинальным напряжением 1,2...1,5 В. Это позволит в магазине выбрать батарейку, которая прослужит значительно дольше, а также выявить явный и скрытый брак.

Следует знать, что аккумуляторы обычно продаются в магазине не заряженными и их нужно проверять уже после зарядки.

Для удобства подключения устройство имеет четыре пары контактных зажимов X1...X8 под установку разных типоразмеров элементов питания: миниатюрных гальванических для часов, R6 (элемент 316), R14 (343) и R20 (373). Конструкция зажимов зависит от того, с какими элементами чаще всего приходится иметь дело (их можно приобрести уже готовые).

Пользоваться устройством довольно просто. Схема состоит из измерителя напряжения и тока. При установке проверяемого элемента (соблюдая полярность) в соответствующие зажимы стрелочный измерительный прибор PA1 будет показывать напряжение "холостого хода". Для новой батарейки оно должно быть около 1,5 В, у заряженного аккумулятора - 1,2...1,5 В.

С помощью переключателя SA1 ("нагрузка") устанавливаем нужную нагрузку для конкретного элемента и нажимаем кнопку SB3 (U). Прибор PA1 будет показывать напряжение на элементе в рабочем состоянии. Оно не должно сильно уменьшаться по сравнению с предыдущим режимом.

Номиналы сопротивлений R6...R10 подбираются с учетом максимального допустимого тока через элементы. Значение разрядного тока в цепи выбрано из условия не более 0,1Q, где Q - энергоемкость, выраженная в ампер-часах. Так как на самом элементе часто не указывают энергоемкость, то, чтобы сориентироваться, какую нагрузку следует использовать, можно воспользоваться **табл.3**.

Параметры элементов питания

Таблица 3

Типоразмер по МЭК	Обозначение отечественного аналога	Габаритные размеры в мм: диаметр и длина	Энергоемкость в ампер-часах
SR41	СЦ-0,038	7,9x3,6	38...45
SR42	СЦ-0,08	11,6x3,6	80...100
SR43	СЦ-0,12	11,6x4,2	110...120
SR44	СЦ-0,18	11,6x5,4	130...190
R6	316	14,5x50,5	0,45...0,85
LR6	A316	14,5x50,5	1,0...3,7
R14	343	26,2x50	1,53...1,76
LR14	A343	26,2x50	3,0...8,2
R20	373	34,1x61,5	2,0...4,0
LR20	A373	34,1x61,5	5,5...16,0

Электронные наборы для радиолюбителей

Код	Наименование набора	Цена, грн.	Код	Наименование набора	Цена, грн.
NK024	Проблесковый маячок на светодиодах	24	AK056	Высокочастотный пьезоизлучатель	34
NK027	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/2 А	49	AK076	Миниаторный пьезоизлучатель	28
NK028	Ультразвуковой свисток для собак	53	AK095	Инфракрасный отражатель	25
NK029	Проблесковый маячок (технология SMD)	28	AK109	Датчик для охранных систем	34
NK030	Стереосигнализатор НЧ 2 & 8 Вт	94	AK110	Датчик для охранных систем (торцевой)	30
NK037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/4 А	62	AK157	Ультразвуковой пьезоизлучатель	70
NK040	Стереодиффузионный усилитель НЧ 2,5 Вт	65	MK035	Ультразвуковой модуль для отпугивания грызунов	49
NK045	Сетевой фильтр	48	MK056	3-полосный фильтр для акустических систем (модуль)	46
NK050	Регулятор скорости вращения мини-дрели 12 В/50 А	55	MK063	Универсальный усилитель НЧ 3,5 В (модуль)	56
NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде	23	MK071	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В (модуль)	89
NK052	Электронный репеллент (отпуг. насекомых-паразитов)	24	MK072	Универсальный усилитель НЧ 18 Вт (модуль)	92
NK082	Комбинированный набор (термо-, фотореле)	52	MK074	Регулируемый модуль питания 1,2...30 В/2 А	73
NK083	Инфракрасный барьер 50 м	87	MK075	Универсал. ультразвук, отпуг. насекомых и грыз. (мод)	122
NK089	Фотореле	44	MK077	Имитатор лая собаки (модуль)	73
NK092	Инфракрасный прожектор	78	MK080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (мод.)	90
NK106	Универсальная охранный система	97	MK081	Соглас. трансформатор для пьезоизлучателя (мод.)	40
NK112	Цифровой электронный замок	94	MK084	Универсальный усилитель НЧ 12 Вт (модуль)	63
NK117	Индикатор для охранных систем	25	MK107	Стац. ультразвук, отпугив. насекомых и грызунов (модуль)	72
NK121	Инфракрасный барьер 18 м	79	MK113	Таймер 0...30 минут (модуль)	65
NK126	Сенсорный выключатель	59	MK119	Модуль индикатора охранных систем	36
NK127	Передачик 27 МГц	73	MK152	Блок защиты электроприборов от молнии (модуль)	45
NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1,5 А	99	MK153	Индикатор микроволновых излучений (модуль)	45
NK133	Автомобильный антенный усилитель 12 В	28	MK156	Автомобильная охранный сигнализация (модуль)	83
NK135	Звуковой сигнализатор уровня воды	29	MK284	Детектор инфракрасного излучения (модуль)	49
NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	90	MK286	Модуль управления охранными системами	203
NK138	Антенный усилитель 30...850 МГц	63	MK287	Имитатор видеосъемки наружного наблюдения (мод.)	56
NK139	Конвертер 100...200 МГц	121	MK290	Генератор ионов (модуль)	130
NK140	Мостовой усилитель НЧ 200 Вт 1	65	MK301	Лазерный излучатель (модуль)	151
NK141	Стереодекoder	48	MK302	Преобразователь напряжения 24 В в 12 В	80
NK143	Юный электротехник	58	MK304	4-кан. ЛРТ-коммутатор для упр. шаговым двиг. (мод.)	101
NK145	Звуковой сигнализатор уровня воды (SMD)	40	MK305	Программируемое устр-во упр. шагов. двиг. (мод.)	136
NK147	Антенный усилитель 50...1000 МГц	65	MK306	Модуль управления двигателем постоянного тока	97
NK148	Буквенно-цифровой индикатор на светодиодах 12 В	59	MK308	Программируемое устр-во упр. шагов. двиг. (мод.)	131
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором	71	MK317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц	165
NK150	Программируемый 8-канальный коммутатор	188	MK318	Модуль защиты автомобильного аккумулятора	67
NK289	Преобразователь пост. напряж. 12 В в 220 В/50 Гц	72	MK319	Модуль защиты от накипи	52
NK291	Сигнализатор задмыленности	65	MK321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц	60
NK292	Ионизатор воздуха	71	MK324	Программируемый модуль 4-канального ДУ 433 МГц	195
NK293	Металлоискатель	56	MK324/перед.	Дополнительный пульт для МК324	113
NK294	6-канальная светомуз. приставка 220 В/500 Вт	124	MK324/прием.	Дополнительный приемник для МК324	80
NK295	"Бегущие огни" 220 В 10 100 Вт	83	MK325	Декод. VIDEO-CD (ELE-680-M1-VCD MPEG-card) (мод.)	107
NK297	Электросток	75	MK326	Модуль лазерного шоу	269
NK298	Электросток	139	MK328	Телеуправляемое реле 433 МГц "ЭКЛПГС"	340
NK299	Устройство защиты от накипи	37	MK331	Радиоуправляемое реле 433 МГц (220 В/2,5 А) (модуль)	239
NK300	Лазерный световой эффект	140	MK350	Отпугиватель грызунов TORNAO (модуль)	174
NK303	Устройство управления шаговым двигателем	83	NK001	Преобразователь напряжения 12 В в 6...9 В/2 А	38
NK307	Инфракрасный секундомер с ИК световым барьером	140	NK002	Сирена воздушной тревоги 2 Вт	28
NK307A	Дополнительный инфракрасный барьер для НК307	80	NK004	Стабилизированный ист. питания 6 В - 9 В - 12 В/2 А	59
NK314	Детектор лжи	36	NK005	Сумеречный переключатель	55
NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее	84	NK005/a кор.	Сумеречный переключатель с корпусом	73
NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов	56	NK008	Регулятор мощности 2600 Вт/220 В	58
NK340	Компьютерный программируемый "Лазерный эффект"	159	NK010	Регулируемый источник питания 0...12 В/0,8 А	38
NM1012	Стабилизатор напряжения 6 В/1 А	33	NK014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003)	69
NM1013	Стабилизатор напряжения 9 В/1 А	40	NK017	Преобразователь напряж. для питания люмин. ламп	63

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.
NM1014	Стабилизатор напряжения 12 В/1 А	37	NM5031	Сирена воздушной тревоги	25
NM1017	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/1 А	39	NM5032	Музык. электронный джерний звонок (7 мелодий)	87
NM1022	Преоб. однополярного пост. напр. в пост. дупол.	56	NM5034	Коробельная сирена "ТУМАН" 5 Вт	25
NM1031	Преобразователь 12 В/220 В с радиаторами	26	NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды	28
NM1032	Преобразователь 24 В в 12 В/3 А	124	NM5036	Генератор Морзе	25
NM1034	Регулятор мощности 650 Вт/220 В	73	NM5037	Метроном	27
NM1041	Устр-во плавного вкл./выкл. ламп накал. 220 В/150 Вт	61	NM5101	Синтезатор световых эффектов	123
NM1043	Усилитель НЧ 80 Вт	42	NM5201	Блок индикации "светящийся столб"	46
NM2011	MOSFET Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором	110	NM5202	Блок индикации "бегущая точка"	49
NM2012	Усилитель НЧ 4...11 Вт/220 В	105	NM5301	Блок индикации "бег. точка"	44
NM2021	Усилитель НЧ 4...11 Вт/220 В с радиатором	81	NM5302	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	46
NM2032	Усилитель НЧ 4...11 Вт/220 В с радиатором	77	NM5401	Автомобильный тахометр на инд. "бег. точка"	55
NM2033	Усилитель НЧ 4...11 Вт/220 В с радиатором	60	NM5421	Электронный блок зажигания "классика" (многоискровое)	69
NM2034	Усилитель НЧ 70 Вт TDA1562 (автомобильный)	100	NM5422	Электронное зажигание на "классику" (многоискровое)	131
NM2035	Усилитель НЧ-FI НЧ 50 Вт TDA1514	104	NM5423	Электронное зажигание на переднеприводные авто	150
NM2036	Усилитель НЧ-FI НЧ 32 Вт TDA2050	63	NM5424	Электронное зажиг. (многоискровое) на ГАЗ, УАЗ и др.	148
NM2038	Усилитель НЧ-FI НЧ 44 Вт TDA2030A+BD907/908	50	NM5425	Маршрутный диагностический компьютер (ДК)	161
NM2040	Автомобильный УНЧ 4...40 Вт TDA8571J	95	NM5426	Автомат. зарядное устройство для аккумуляторов	151
NM2041	Автомобильный УНЧ 4...40 Вт TDA1516BQ/1518BQ	43	NM6011	Контроллер электромеханического замка	100
NM2042	Усилитель 140 Вт TDA7293	206	NM8013	Тестер RS-232	15
NM2043	Мощный автоусилитель мостовой 4...77 Вт (TDA7560)	299	NM8012	Тестер DC-12V	15
NM2045	Усилит. НЧ 140/280 Вт (класс D, TDA8929-, TDA8927)	30	NM8013	Тестер AC-220V	13
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель	85	NM8021	Индикатор уровня заряда аккумулятора DC-12V	23
NM2112	Блок регулировки тембра и громкости (стерео)	71	NM8031	Тестер для проверки строчных трансформаторов	96
NM2113	Электронный коммутатор сигналов	56	NM8032	Тестер для проверки ESR качества электр. конд.	104
NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	45	NM8033	Устройство для проверки ИК-пульсов ДУ	69
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	51	NM8034	Тестер компьютерного сетевого кабеля "витая пара"	167
NM2116	Активный 3-полосный фильтр	78	NM8041	Металлоискатель на микроконтроллере	170
NM2117	Активный блок обработки сигнала для сабвуф. канала	45	NM8042	Импульсный металлоискатель на микроконтроллере	247
NM2118	Предварит. стереофон. регул. усилитель с балансом	26	NM8051	Частотометр, универсал. цифр. шкала (базовый блок)	165
NM2222	Стереофон. индикатор уровня сигнала "свет. столб"	86	NM8051/1	Активный щуп-делитель на 1000 (приставка)	67
NM2223	Стереофон. индикатор уровня сигнала "бег. точка"	84	NM8051/3	Прист. для измер. резон. част. динамика (для NM8051)	67
NM2901	Видеоразветвитель (усилитель)	47	NM8052	Логический пробник	43
NM2902	Усилитель видеосигнала	29	NM8511	Генератор ТВ-тест на базе приставки DENDY	69
NM3101	Автомобильный антенный усилитель	28	NM9010	Телефонный "антипират"	41
NM3201	Приемник УКВ ЧМ (стерео)	134	NM9211	Программатор для МК AT89S90S фирмы ATMEL	122
NM3311	Система ИК ДУ (передачик)	110	NM9212	Универс. адаптер для сотовых телеф. (подкл. к ПК)	90
NM3312	Система ИК ДУ (приемчик)	84	NM9213	Адаптер K-L-линии (для авто с инжект. двигателями)	95
NM4011	Мини-таймер 1...30 с	19	NM9214	ИК-управление для ПК	87
NM4012	Датчик уровня воды	19	NM9215	Универсальный программатор	107
NM4013	Сенсорный выключатель	26	NM9216.1	Адаптер для универс. прогн-ра NM9215 (МК ATMEL)	83
NM4014	Фотоприемник	30	NM9216.2	Плата-адаптер для ун. прогн-ра NM9215 (для МК PIC)	56
NM4015	Инфракрасный детектор	30	NM9216.3	Адаптер для NM9215 (для Microprog EEPROM 93xx)	39
NM4021	Таймер на микроконтроллере 1...99 мин	139	NM9216.4	Плата-адаптер для NM9215 (адаптер I2C-Bus EEPROM)	44
NM4022	Термореле 0...150 С	50	NM9216.5	Пл.-ад. для NM9215 (SDE2560, NVM3060 и SPI25xxx)	44
NM4411	4-канальное исполнительное устройство (блок реле)	102	NM9217	Устройство защиты компьютерных сетей (BNC)	117
NM4412	8-канальное исполнительное устройство (блок реле)	166	NM9218	Устройство защиты компьютерных сетей (UTP)	109
NM4413	4-канальный сетевой коммутатор в корпусе "Пилот"	171	NS007	Сенсорный звуковой частоты	75
NM4511	Регулятор яркости ламп накаливания 12 В/50 А	56	NS009	Генератор звуковой частоты	149
NM5017	Отпугиватель насекомых (электронный репеллент)	25	NS018	Микрофонный усилитель	65
NM5021	Полицейская сирена 15 Вт	31	NS019	Металлоискатель	118
NM5024	Сирена ФБР 15 Вт	30	NS023	Регулируемый источник питания 3...30 В/2,5 А	157

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

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

Каждый набор состоит из: печатной платы, компонентов, необходимых для сборки конструкции, и инструкции по сборке. Все, что нужно сделать, – это выбрать из каталога понравившийся набор и заказать его. Доставка осуществляется по почте. Если вы заказали набор неправильно, устройство разработано без последующих настроек. Если в названии набора стоит обозначение "модуль", значит, набор не требует сборки и готов к применению. Вы имеете возможность заказать эти наборы и готовые измерительные приборы через Интернет-магазин. Стоимость, указанная в прайс-листе, не включает в себя почтовые расходы, что для заказов из регионов составляет от 1 до 49 грн. составляет 5 грн., от 50 до 99 грн. – 8 грн., от 100 до 149 грн. – 10 грн., от 150 до 199 грн. – 12 грн., от 200 до 500 грн. – 15 грн., от 500 до 699 грн. – 20 грн., от 700 до 999 грн. – 25 грн.

Для получения заказа Вам необходимо прислать заявку на интересующий Вас набор по адресу: "Издательство "Радіомастер" (МАСТЕР КИТ)", 504, Киев-110, индекс 03110 или по факсу (044) 573-25-82.

Заказ высылается наложенным платежом. Срок получения заказа по почте 2-4 недели с момента получения заявки.

Цены на наборы и приборы могут незначительно меняться как в одну, так и в другую сторону.

Номера телефонов для справок и консультаций (044) 573-25-82, 573-39-38, e-mail: val@as.com.ua, www.as.com.ua, Юрий Вашук заказов.

Более подробную информацию по комплектации набора, его техническим характеристикам и прочим параметрам Вы можете узнать из каталога "МАСТЕР КИТ" по измерительным приборам – (каталог "Контрольно-измерительная аппаратура", заказав каталог по разделу "Книга-почтой" (см. стр.63-64).

Факс (044) 573-25-92. В заказе разборчиво укажите кодový номер изделия, его название и адрес доставки. Срок получения заказа по почте 2-4 недели с момента поступления платежа. Заказ высылается наложенным платежом.

Цены на приборы и приборы могут незначительно меняться как в одну, так и в другую сторону.

Номера телефонов для справок и консультаций: (044) 573-25-92, 573-39-38, e-mail: val@seas.com.ua. Ждем Ваших заказов.

Более подробную информацию по комплектации набора, его техническим характеристикам и прочим параметрам Вы можете узнать из каталога "MASTER KIT", по каталогу измерительных приборов - из каталога "Компьютерная аппаратура", заказав каталоги по разделу "Книга-ноль" (стр. 63-64).

Книга-почтой

"Радиоаматор" - лучшее за 10 лет. Сборник. К.: Радиоаматор, 2003г., 288 с.	20.00
Электронные наборы и модули "МАСТЕР КИТ" Описание, принцип. схемы. Каталог-2004год. А4	15.00
Собери сам 60 электронных устройств из наборов "МАСТЕР КИТ" М.: Додэка, 2004г. 304с.	27.00
Импульсные источники питания телевизоров. Янковский С.М., Нит, 2003г. 380с.	34.00
Импульсные блоки питания для IBM PC. Ремонт и обслуживание.-М.: ДМК, 2002г., 120с. А4	26.00
Источники питания видеомагнитофонов и видеоплеев. Виноградов В.А., 256с. А4	14.00
Источники питания видеомагнитофонов. Энциклоп. заруб. ВМ. Нит, 2001г., 254с. А4+сх.	29.00
Источники питания моноблоков и телевизоров. Лукин Н.В. Нит, 136с. А4	14.00
Источники питания ПК и периферии. Кучеров Д.П., С.-П., Нит, 2002г., 384с.	37.00
Зарубежные электромагнитные реле. Справочник. Вовк П.Ю., 2004г., 382с.	44.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды А...З. Справочник. Изд. 2-е пер и доп., 2003г., 760 с.	54.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды 0...9. Справочник. Изд. 2-е перераб и доп., 2004г., 556с.	45.00
Микроконтроллеры для видео- и радиотехники. Вып. 18. Спр.-М. Додэка, 2001г., 208 с.	24.00
Микросхемы для современных импортных ВМ и видеокамер. Вып. 5. Справочник - М.: Додэка, 288с.	24.00
Микросхемы для совр. импортных телевизоров. Вып. 4, 16 Справочник.-М.: Додэка, 2003г., 288с.	по 24.00
Микросхемы современных телевизоров. "Ремонт" №33 М.: Солон, 2008 с.	15.00
Применение телевизионных микросхем. Т.1. Корякин-Черняк С., Спб.: Нит, 2004г., 316с. + схемы	39.00
Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. Вып. 17, 19, 21. Спр.-М. Додэка, 2002г. по 288 с.	по 25.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервис-системы. Справочник. Нит, 2003 г., 268с.	42.00
Микросхемы для телефонии. Выпуск 1. Справочник.-М.: Додэка, 256с. А4	16.00
Микросхемы для соврем. импортной автоэлектроники. Вып. 8. Спр.-М. Додэка, -288 с.	24.00
Микросхемы соврем. заруб. усилителей низкой частоты. Вып. 7, вып. 9. Спр. По 288 с.	по 24.00
Микросхемы для импульсных источников питания. Вып. 20. Спр., 2002г.-288 с.	24.00
Микросхемы для управления электродвигателями. Вып. 12, 14. М. Додэка, 2000 г., по 288 с.	по 26.00
Интегральные микросхемы. Операционные усилители и компараторы. Справочник. М.: Додэка, 560с., А4	43.00
Цифровые КМОП микросхемы. Партала О.Н. - Нит, 2001 г., 400 с.	24.00
Проекты и эксперименты с КМОП микросхемами. Генераторы, звук. и свет. сигнализ., таймеры, инверторы.	28.00
Все отечественные микросхемы. М.: Додэка, 2004г., 400с.	49.00
Микроконтроллеры? Это же просто! Том 1, 2, 3. Фрунзе А.В. 2002г., 336с., 384с.	по 29.00
Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. М.: Додэка, 2004г., 288 с.	41.00
Микроконтроллеры семейства SX фирмы "SCENIX". Филип Андре. М.: Додэка, 272с.	27.00
Программируемые контроллеры. Петров И.В., М.: Солон, 2004г., 256с.	29.00
Справочник по PIC-микроконтроллерам. Майкл Предко. М.: ДМК, 2004г., 512с.	43.00
Самоучитель по микропроцессорной технике. Белов А.В., К.: Нит, 2003г., 224с.	20.00
Интегральные микросхемы. Перспективные изделия. Вып. 1, 2. -М.: Додэка, по 64 стр.	по 5.00
Интегральные микросх. и их заруб. аналоги. Серии K1044-1142 М."Радиософт". 2000г.	35.00
Телевизионные микросхемы. Справочник Т.1 ИМС обработки ТВ сигналов. Нит, 2004г., 286с.	29.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. М.: Альтекс, 2003г., 224с.	23.00
Полупроводниковые приборы. Справочник. (Варианты, излучатели, диоды, тиристоры и пр.) Перельман Б.Л.	20.00
Путеводитель по электронным компонентам. Жан-Франсуа Машу. М.: Додэка, 176с.	19.00
Взаимозамена японских транзисторов. Донец В. М.: Солон, 368с.	24.00
Цвет, код, символика электронных компонентов. Нестеренко И.И., -М.: Солон, 2002г., 216с.	18.00
Маркировка радиоэлектронных компонентов. Карманный справочник. Нестеренко И.И., 2004 г., 164 с.	18.00
Маркировка электронных компонентов. Изд. 8-е испр. и дополн. "Додэка" 2003г., 208 с.	17.00
Маркировка и обозначение радиоэлементов. Мукосеев В.В., М.-ГЛ-Телеком, 2001г., 352 с.	29.00
Зарубеж. диоды и их аналоги.. Хрулев А. Справ. т.2., т.3, т.4, т.5, т.6. М. "Радиософт",	по 39.00
Зарубежные аналоговые микросхемы и их аналоги. Справ. т.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. М. Радиософт 2000г.	по 39.00
Видеокамеры. Партала О.Н., Нит, 192 с. + схемы	14.00
Видеомагнитофоны серии ВМ. Изд. дораб и доп. Янковский С. Нит., 2000г. -272с. А4+сх.	29.00
Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах. М.: Додэка, 2002г., 256с.	19.00
Схемотехника CD-проигрователей. Авраменко Ю.Ф., С.-П.: Нит, 2003г., 192с.	27.00
Интегральные усилители НЧ. Изд. 2-е перераб. и дополн. Герасимов В. Нит, 2003г., 522с.	42.00
Устройство аудио- и видеоаппаратуры. От детекторного приемника до ЧМ стереоресивера., 288с.	24.00
Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. Библиотека инженера. М.: Солон, 2002г., 512с.	49.00
Энциклопедия радиолюбителя. Работаем с компьютером. Пестриков В.М. - СПб: Нит, 2004г., 268с.	24.00
Электроника. Полный курс лекций. Пряшников В.А. 4-е изд. М.: КОРОНА принт, 2004 г., 416с.	39.00
Краткий справочник по электронике. Грабовски Б., изд-е 2-е испр., ДМК, 2004г., 416с.	32.00
В помощь радиолюбителю: 100 неисправностей телевизоров. Ж. Лоран, ДМК, 2004г., 256с. + ил.	29.00
Основы телевизионной техники. Лузин В., М.: Солон, 2003г., 432с.	33.00
360 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров В.В. М.: Солон, 2004г., 288с.	29.00
Телевизоры: ремонт, адаптация, модернизация. Саулов А.Ю., С-Пб.: Нит, 2004г., 286с.	23.00
Модернизация телевизоров З...УСЦТ. Пашкевич Л.Н., Нит, 2001 г. 316с.	24.00
"Чистый звук" твоего телевизора. Справочное пособие. Гайдель Э., 2002г., 176с.	19.00

Оформление заказов по системе "Книга-почтой" для организаций

Оплата производится по б/н расчету согласно адресу: издательство "Радиоаматор" а/я 50, Киев-110, выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 573-25-82 или почтой по с-ва плат. налога.

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

Книга-почтой

Цифровая электроника. Изд-е 2-е дополн. Партала О.Н., ННТ, 2001 г. - 222 с.	19.00
Практическая автоматика. Справочник. Кисаримов Р.А., М.: Радиософт, 2004г., 192с.	21.00
Справочник электрика. Кисаримов Р.А. 2-е издание, 2004г., 512с.	28.00
Справочник домашнего электрика. Изд-е 2-е дополн. и исправл. Корякин-Черняк С., СПб: ННТ, 2004г., 476с.	35.00
Силовая электроника для любителей и профессионалов. Семенов Б.Ю.-М.: Солон, 2001г., 336с.	20.00
Теория и расчет многообмоточных трансформаторов. Хныков А.В. М.: Солон, 2002г., 112с.	14.00
Современные радиотелефоны. Panasonic, Premier, Harvest, SANYO, SENA O. 2004г., 350с. + схемы	44.00
Схемотехника автоответчиков. Зарубеж. электроника. Брускин В.Я.-К.: ННТ, 176 с. А4+сх.	10.00
Абонентские телефонные аппараты. Корякин-Черняк С.П., Изд. 5-е доп. и перераб., 2003г., 368с.	33.00
Электронные телефонные аппараты. Котенко Л.Я. Изд. 3-е перер. и доп.-К.: ННТ, 2003г., 270с.	29.00
Радиолучительские устройства телефонной связи. Евсеев А.Н. М.: РИС, 2000г., 112с.	15.00
Радиостанция своими руками. Шмырев А.А., ННТ, 2004г., 142с.+сх.	16.00
КВ-приемник мирового уровня Кульский А.П. -К.: ННТ, 2000 г. 352с.	16.00
Антенны КВ и УКВ. Компьютерное моделирование NMANA. Гончаренко И.М.: Радиософт, 2004г., 128с.	17.00
Антенны. Городские конструкции. Григоров И.Н., М.: Радиософт, 2003г., 304с.	39.00
Мини-система кабельного телевидения. Куаев А.А., М.: Солон, 2002 г. 144с.	14.00
Электроника для рыболова. Шелестов И.П. М.: Солон, 2001г. 208 с.	17.00
Техника электролова рыбы. Ходырев В.В., 2003 г., 144 с.	7.00
Металлоискатели для любителей и профессионалов. Саулов А.Ю., ННТ, 2004г., 220с.	24.00
Металлоискатель для поиска кладов и цветных металлов. Жизненный опыт и схема прибора. 2003г., 68с.	23.00
Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий. Шедрин А.И., ГЛ-Телеком, 2003г., 176с.	29.00
Электронные эксперименты для изучения паранормальных явлений. Ньютон С. Брага, М.: ДМК, 2004г., 304с.	35.00
500 схем для радиолучителей. Приемники. Семьян А.П., 2004г., 188с.	17.00
Настольная книга радиолучителя-конструктора. Николаенко М.Н. М.: ДМК, 2004г., 280с.	25.00
Оригинальные схемы и конструкции. Творим вместе! (Рупорные АС, металлоискатели и пр), 2004г., 200с.	29.00
Звуковая схемотехника для радиолучителей. Петров А.Н. ННТ, 2003г., 400с.	28.00
Современный тюнер конструируем сами: УКВ стерео-микроконтроллер. Семенов Б., Солон, 2004г., 352с.+CD	39.00
Практическая схемотехника. Кн.2. Источники питания и стабилизаторы. Шустов М.А., 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
Радиоэлектроника в конструкциях и увлечениях. Пестриков В.М., СПб: ННТ, 2004г., 234с.	24.00
Радиолучительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Заец Н.И., М.: Солон, 2003г., 368с.	39.00
Радиолучительская азбука. т.1: Цифровая техника. Колдунов А.С., М.: Солон, 2003г., 272с.	29.00
Современные радиотехнические конструкции. (терморегуляторы, ист. лит., автосигн. и пр.) М.: Солон, 2004г.	29.00
Секреты зарубежных радиосхем. Учебник-справочник для мастера и любителя. Москва, 2004г., 112с.	12.00
Конструкции и схемы для прочтения с паяльником. Кн.1. Кн.2. Гриф А. 2002г., 288, 328с.,	по 20.00
Юному радиолучителю для прочтения с паяльником. Мосягин В., М.: Солон, 2003г., 208с.	17.00
Электронные самоделки для быта, отдыха и здоровья. М. Заец, М.: Солон, 2004г., 304с.	39.00
Автосигнализации от А до З. Корякин-Черняк С.П., СПб.: ННТ, 2002г., 336с.	34.00
Защита автомобиля от угона. Бирюков С.В. СПб.: ННТ, 2003г., 176с.	16.00
Кабельные изделия. Справочник. Алиев И. М.: Радиософт, 2002г., 224с.	25.00
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. Никамин В. 2002г., 224с.	29.00
Выбор и модернизация компьютера. Анатолия П.К. Кузюзов М., Питер, 2004г., 320с.	17.00
Проектирование схем на компьютере. Васильченко Е.В., М.: Солон, 2004г., 528с.	55.00
Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования. Бабич Н.П., К.: МК-Пресс, 2004г., 578с.	54.00
История Украины. Учебное издание. Радченко Л.А., Семенов В.И., К.: Радиоаматор, 2004г., 520с.	29.00
Компакт-диски	
CD-R "РАДИОАМАТОР за 11 лет" "РА"-1999 - 2003г.г.+ "Э", "К"-2000-2003г.г. (160 номеров + 3 книги)	40.00
Журналы	
"Радиоаматор" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2004г.	по 7.00
"Электрик" журнал №2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 за 2003г., №1,2,4,6,7,8,9,10 за 2004г.	по 5.00
"Блокнот "Радиоаматора" журнал №2,3,4,5,7,8-9,10 за 2004г.	по 5.00
"Радиокомпоненты" журнал №1,2,3,4 за 2001г., №1,2,3,4 за 2002г., №1,2,3,4 за 2003г., №1,2,3 за 2004г.	по 5.00

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 открытом талоне почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.

Срок получения заказа по почте 1-3 недели с момента оплаты.

По всем вопросам, связанным с разделом "Книга-почтой", просьба обращаться по т./ф. 573-25-82, email: val@sea.com.ua.

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.