

СОДЕРЖАНИЕ

2 Анкета "Электрика": итоги 2001 г.

ЭЛЕКТРОАППАРАТУРА

- 3 Схема управления двигателем инкубатора Н.И.Заец
5 Проектирование преобразователей напряжения и частоты
средней и большой мощности А.Н.Маньковский
6 Защитное устройство В.Ф.Яковлев
7 Особенности сварочных дуговых процессов В.А.Кучеренко
23 Схема электроизгороди С.М.Усенко

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕМОНТ

- 9 Источник питания для маломощных люминесцентных ламп . . . В.Самелюк
10 Транзисторный выключатель с защитой от перегрузки. . . О.Л.Сидорович
11 Преобразователь напряжения для питания ЛДС
мощностью 20-80 Вт. А.Г.Зызюк
13 Продление жизни лампы дневного света К.В.Коломойцев
14 Характеристики асинхронных двигателей с совмещенными
обмотками Д.А.Дуюнов, А.В.Пижанков, С.Н.Левачков, М.Ю.Рунов

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТ

- 15 Электрические схемы генератора сигналов низкой частоты ГЗ-112
18 Сетевой сигнализатор
19 Пускатели электронные ПЭ-001...ПЭ-004 Ю.И.Ремезовский

ЭНЕРГЕТИКА

- 20 Геотермальная энергия и ее использование
21 Мобильность электромеханического оборудования
на селе Ю.Бородатый

ЭЛЕКТРОШКОЛА

- 22 Беседы по электротехнике. Электричество - от простого
к сложному А.Л.Кульский

ЭЛЕКТРОНОВОСТИ

- 15 Письмо в редакцию Р.А.Максименко
24 Дайджест по автомобильной электронике
25 Юным электрикам. Кухонный комбайн
26 Интересные устройства из мирового патентного фонда
27 Для любознательных. Магниторезистивный эффект
28 Эра головок с гигантским магниторезистивным эффектом
30 Киевскому электрическому трамваю - 110 лет!
31 Хэмфри Дэви
31 Визитные карточки
32 Книга-почтой

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Обратите внимание на первую страницу обложки этого номера журнала. Отныне вы не увидите на ней двойного названия. Журнал прошел перерегистрацию и теперь называется просто "Электрик". Подписной индекс остался тем же. Критики теперь могут не называть наш журнал приложением к "Радиоаматору".

Подведены результаты анкеты журнала "Электрик" (с.2). Порадовала возросшая активность читателей. Большое спасибо всем, ответившим на анкету. Как и прежде, основной наш читатель живет в селах и небольших городах и поселках. Здесь отсутствует современная литература, нет компьютеров и Интернета. "Электрик" постарается предоставить вам самую разнообразную информацию. Пишите нам, о чем бы вы хотели прочесть.

Теперь перейдем к более общим вопросам. Опубликованы, наконец, данные о топливно-энергетическом комплексе Украины за 2001 г. По сравнению с 2000 г. производство электроэнергии выросло аж на 0,8%. Потребление электроэнергии промышленностью выросло на 1,9%. Как-то не вяжется эта цифра с объявленным ростом производства в Украине на 9%. Для производства продукции ведь нужна электроэнергия. Дело в том, что производство продукции оценивается в гривнах, поэтому достаточно просто повысить цены, и сразу получается рост производства.

Косвенным свидетельством того, что никакого роста производства у нас нет, служит статья А.Дмитренко ("Киевский Телеграф", 2002. №15, с.12). Указывается, что в 2000 г. с прибылью окончили год 65,5% предприятий, а в 2001 г. их было уже 56,9%. При ручном управлении экономикой, при старой налоговой базе ничего другого ожидать не приходится. Ожидается в этом году дефицит годового бюджета в 4 млрд. грн. Попытка "вытянуть" дефицит увеличением налогов усугубит кризис экономики. Посмотрим, что сумеет сделать Верховная Рада нового созыва.

Надеяться нужно только на самих себя. Я уже неоднократно это подчеркивал. Поэтому желаю успехов нашим предприимчивым авторам и читателям!

**Главный редактор
"Электрика" О.Н.Партала**

Список новых членов клуба РА

Колотилова М. В.	Маслихин В. А.
Наливай А. А.	Никифоров Ю. А.
Гайдук М. В.	Прядко В. В.
Прияцелюк О. С.	Яцків Б. І.
Бондаренко І. Ф.	Лымарь А. Ю.
Станкевич О.	Махиня П. П.
Базан В. В.	Медвідь М. В.
Гаценко А. В.	

ЭЛЕКТРИК

Учредитель
ДП "Издательство Радиоаматор"
Издается с января 2000 г.
№ 5 (29) май 2002 г.
Зарегистрирован в Министерстве прессы и
информации Украины сер. КВ № 3858 от 10.12.99

Издательство "Радиоаматор"
Г.А.Ульченко, директор, ra@sea.com.ua
Редакционная коллегия:

О.Н.Партала, гл.ред, elektrik@sea.com.ua
П.В.Афанасьев, Н.П. Горейко
А.В. Кравченко, В.А. Кучеренко
Н.В. Михеев, В.С. Самелюк
Э.А. Салахов, П.Н. Федоров

Для писем: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина
тел. (044) 230-66-61
факс (044) 248-91-62
redactor@sea.com.ua
<http://www.ra-publish.com.ua>
Адрес редакции:
Киев, Соломенская ул., 3, к. 803
Н.М.Корнильева, лит. ред.

А.И.Поночевный, верстка, san@sea.com.ua
Т.П.Соколова, тех. директор, т/ф 248-91-62
С.В.Латыш, рекл., т/ф 248-91-57, lat@sea.com.ua
В. В. Моторный, подписка и реализация,
тел.230-66-61, 248-91-57, val@sea.com.ua

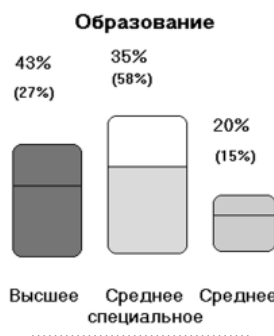
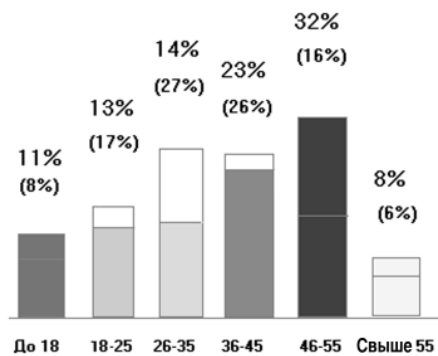
© "Радиоаматор", 2002
При перепечатке материалов ссылка на «Электрик» обязательна.
За содержание рекламы и объявлений редакция ответственности не несет.
Ответственность за содержание статьи, правильность выбора и обоснованность технических решений несет автор.
Отпечатано с компьютерного набора на комбинате печати издательства «Пресса України», 03047, Киев - 047, пр. Победы, 50.
Зак. 0161205 Тираж 2300 экз.

Анкета "Электрика": итоги 2001 г.

Это уже вторая анкета журнала "Радиоаматор-Электрик". На вопросы анкеты ответили 132 читателя (почти вдвое больше, чем в прошлом году). Теперь появилась возможность сравнивать результаты двух лет и определять тенденции развития журнала.

По возрасту читателей произошли некоторые изменения - увеличилась доля читателей более старшего возраста. На диаграмме последние данные показаны более крупным шрифтом, данные за 2000 г. - мелким шрифтом и в скобках. Оказывается, почти две трети читателей старше 36 лет.

По уровню образования произошло смещение в сторону читателей с высшим образованием - теперь их почти половина (43%). Увеличилась также доля читателей со средним образованием.



Отношение к электрике



Интерес к рубрикам



Интересно, что распределение читателей по месту жительства почти не изменилось. По-прежнему подавляющее большинство наших читателей живут в сельской местности и в небольших городах и поселках. Для них журнал "Электрик" - необходимость, поскольку другие источники информации (Интернет, книги), которые есть в больших городах, отсутствуют.

Изменений в количестве читателей, читающих каждый журнал, мало. По-прежнему журнал читают несколько читателей, передавая его из рук в руки. Поскольку тираж журнала вырос, то расширился и круг наших читателей.

Смещение доли читателей по уровню образования привело и к увеличению доли профессионалов. Теперь самую большую часть читателей составляют инжене-

ры и преподаватели. Появились и новые категории читателей - частные предприниматели и военнослужащие.

В прошлом году не подводились данные по отношению читателей к электрике. На приведенной диаграмме видно, что большинство читателей занимается ремонтом и профессиональной деятельностью в области электротехники.

Интерес к рубрикам в целом сохранился прежним. Как и в прошлый раз, наиболее интересными являются источники питания. В связи с появлением профессиональных статей В.А.Кучеренко резко вырос интерес к электросварке. Вырос также интерес к авто-мото. Несколько упал интерес к вопросам освещения.

Впервые в анкете появились вопросы о владении компьютерными технологиями.

По данным анкеты компьютерами пользуются 16% читателей (один из шести), электронной почтой - 10% читателей, а вот Интернетом - всего 3%. К сожалению, в этих вопросах мы отстали от всего мира.

Наиболее интересной публикацией читатели признали цикл статей Н.П.Горейко "Зарядное устройство века грядущего" (указано в 20% анкет, при этом следует учитывать, что в 40% анкет вообще не указывались никакие статьи). На втором месте публикации В.А.Кучеренко по сварочным трансформаторам (14% анкет), на третьем месте - статья А.Г.Зысюка "Простые мощные стабилизаторы напряжения" в №9 и 10 (13% анкет). Всего в анкетах отмечено 36 работ.

Результаты анкетирования редакция постоянно учитывает в своей работе.

Схема управления двигателем инкубатора

Н.И.Заец, Белгородская обл., Россия

В публикуемых ранее схемах управления двигателем поворота лотков инкубатора [1,2] используют однофазные двигатели без реверса. Эти схемы пригодны для маленьких инкубаторов, рассчитанных на закладку 30 - 50 шт. яиц. Хотя, по моему мнению, в таких случаях лучше применять двигатель от автомобильного дворника. Этот двигатель удобен тем, что при постоянном вращении в одном направлении на выходном валу осуществляется реверс через 90°. Концевые датчики устанавливают так, чтобы срабатывать от нажатия краем лотка. В данной статье описывается схема управления трехфазным двигателем любой мощности, включенным в однофазную сеть. Ее можно применять в инкубаторах фермерских хозяйств с закладкой яиц от 500 шт. (инкубатор из холодильника) до 50000 шт. (промышленные инкубаторы типа "Универсал"). Эта схема работает у меня 11 лет в инкубаторе, изготовленном из холодильника. Все это время схема работала без сбоев.

Схема состоит из генератора и делителей частоты на микросхемах DD2, DD4, DD5, формирователя включения двигателей на ми-

кросхемах DD6.1, DD1.1 - DD1.4, DD3.6, интегрирующей цепочки R4, C3, ключей на транзисторах VT1, VT2, реле K1, K2 и силового блока на реле K3, K4 (рис.1 и 2). Индикация состояния лотков (верх, низ) осуществляется светодиодами HL1, HL2.

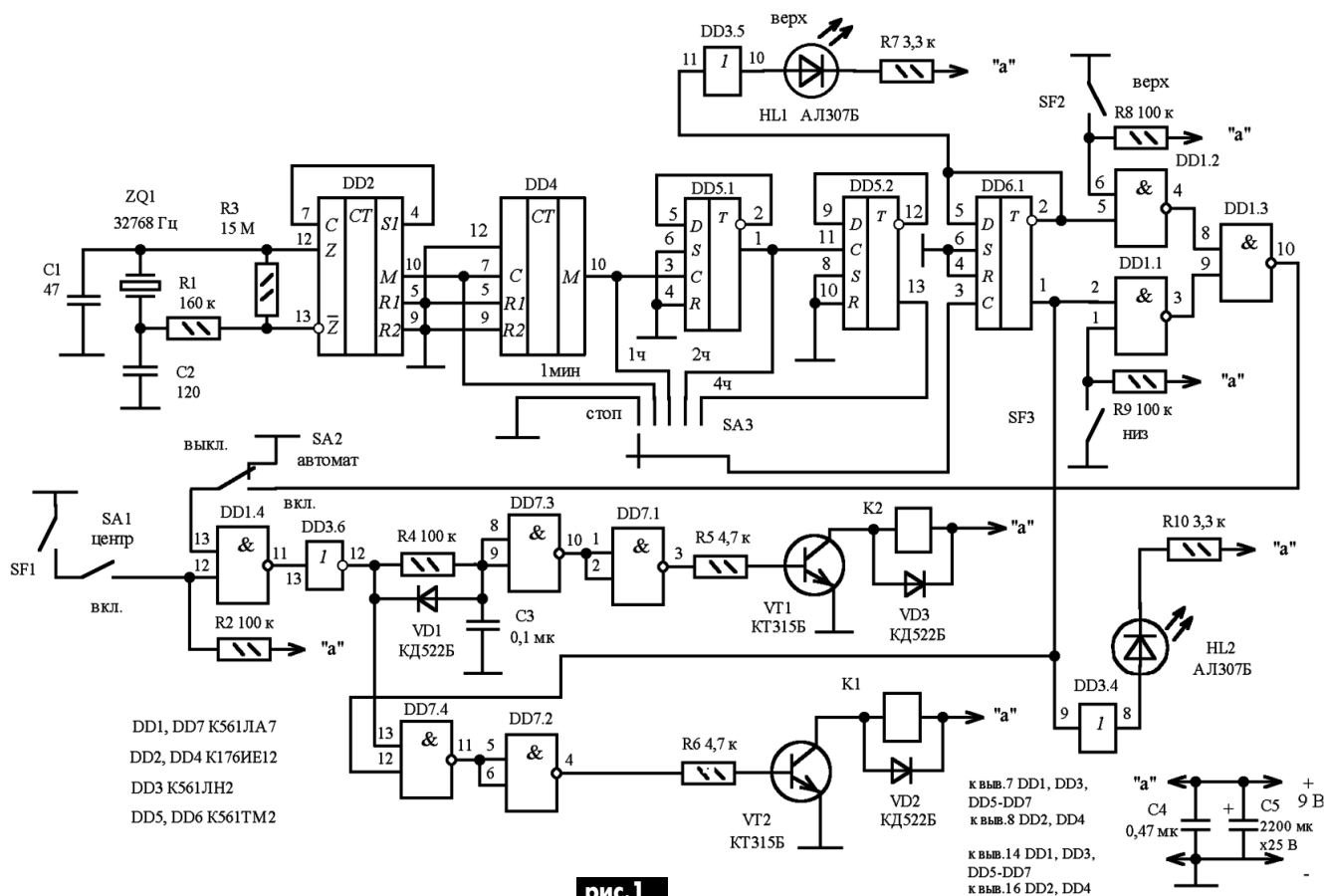
Генератор и делитель частоты до минутных импульсов собран по стандартной схеме на микросхеме DD2 K176ИЕ12. Для деления до 1 часа используется делитель на 60 микросхемы DD4 K176ИЕ12. Триггера на микросхеме DD5 K561ТМ2 осуществляют деление периода до 2 и 4 часов. Переключателем SA3 выбирают необходимое время, через которое будут поворачиваться лотки, от 4 ч до полной остановки. На выходах 1 и 2 триггера DD6.1 выбранный период времени преобразуется в длительность импульса. Передние фронты этих импульсов через схемы совпадения DD1.1 - DD1.3 включают двигатель поворота лотков. Передний фронт импульса с вывода 1 триггера DD6.1 включает реверс двигателя через схемы совпадения DD7.4, DD7.2. Элементы DD1.4, DD3.6 необходимы для переключения режимов работы "ручной - автоматический" и установки лотков в го-

ризонтальное положение "Центр". Для включения реверса двигателя раньше, чем произойдет включение вращения двигателя, служит интегрирующая цепочка R4, C3, VD1. Время задержки включения двигателя, при указанных на схеме номиналах, составляет около 10 мс. Это время может колебаться в зависимости от порога срабатывания примененной микросхемы. Импульсы управления через транзисторные ключи VT1, VT2 включают реле пуска двигателя K2 и реле реверса K1.

При включении напряжения питания на любом из выводов 1, 2 триггера DD6.1 установится высокий потенциал, допустим это вывод 1. Если концевой выключатель SF3 не замкнут, то на выходе элемента DD1.3 будет высокий уровень, и сработают реле K1, K2. При следующем переключении триггера DD6.1 реле реверса K1 не включается, так как на вход микросхемы DD7.4 будет подан запрещающий нулевой потенциал. Слаботочные реле K1, K2 включаются кратковременно только на время поворота лотков, так как при срабатывании концевых выключателей SF2 или SF3 на выходе микросхемы DD1.3 установится запрещающий нулевой потенциал.

Индикация состояния выводов 1, 2 DD6.1 осуществляется инверторами DD3.4, DD3.5 и светодиодами HL1, HL2. Надписи "Верх", "Низ" показывают положение переднего края лотка и являются условными, поскольку направление вращения двигателя легко изменить соответствующим подключением обмоток двигателя.

Схема силового блока показана на рис.2. Попеременное включение реле K3, K4 осу-



ществляет коммутацию обмоток двигателя и, следовательно, управляет направлением вращения ротора. Поскольку реле К1 (в случае необходимости) срабатывает раньше, чем реле К2, то и включение двигателя контактами К2.1 произойдет после выбора кон-

тактами К1.1 соответствующего реле К3 или К4. Кнопки SA4, SA5, SA6 дублируют контакты К2.1, К1.1 и предназначены для ручной установки положения лотков. Кнопку SA4 устанавливают между кнопками SA5 и SA6 для удобства одновременного нажатия двух кно-

пок. Желательно под верхней кнопкой сделать надпись "Верх". Перемещение лотков в ручном режиме необходимо проводить при выключенном автоматическом режиме переключателем SA2. Емкость фазосдвигающего конденсатора С6 зависит от схемы включения двигателя (звезда, треугольник) и его мощности [3]. Для двигателя, включенного по схеме "звезда", $C=2800I/U$, для включения по схеме "треугольник" $C=4800I/U$, где $I=P/1,73Uh\cos\phi$, P - паспортная мощность двигателя, Вт; $\cos\phi$ - коэффициент мощности; h - КПД; U - напряжение сети, В.

Печатная плата со стороны проводников показана на рис.3, а со стороны установки элементов - на рис.4. Реле К3, К4 и конденсатор С6 располагают в непосредственной близости от двигателя.

В устройстве применены переключатели SA1, SA2 типа П2К с независимой фиксацией, SA3 - типа ПГ2-6П-2Н. Концевые выключатели SF1-SF3 - типа МП1105, реле К1, К2 - типа РЭС49 (паспорт РФ4.569.426). Реле К3, К4 можно применить любого типа на переменное напряжение 220 В и с соответствующими токами контактов. Трехфазный двигатель М1 с редуктором может быть любой с достаточной мощностью на валу для поворота лотков. Для расчета вес одного куриного яйца принимать приблизительно равным 60 г, утиного и индейки - 80 г, гусиного - 190 г. [4]. У меня применен двигатель типа ФТ-0,08/4, мощностью 80 Вт.

Концевые выключатели располагают вокруг оси вращения лотков под необходимым углом. На оси закрепляют втулку с резьбой М8, в которую вкручен болт, замыкающий концевые выключатели. Подробнее конструкцию инкубатора из корпуса бытового холодильника и рекомендации по инкубации яиц можно посмотреть на www.radic.newmail.ru.

Литература

1. Глаголев О. Электронная автоматика малогабаритного инкубатора//Радио. - 1997. - №3. - С.45.
2. Григорьев А. Блок управления кинематикой инкубатора//Радио. - 1999. - №10. - С.33.
3. Бастанов В.Г. 300 практических советов. - М.: Московский рабочий, 1993.
4. Буртов Ю. и др. Инкубация яиц. Справ. - М.: Агропромиздат, 1990.

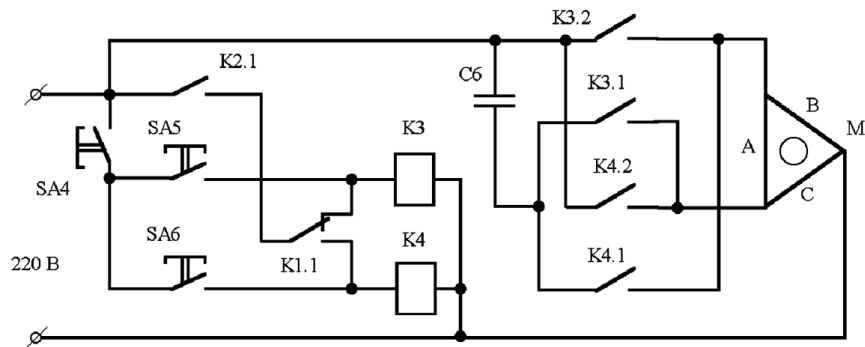


рис.2

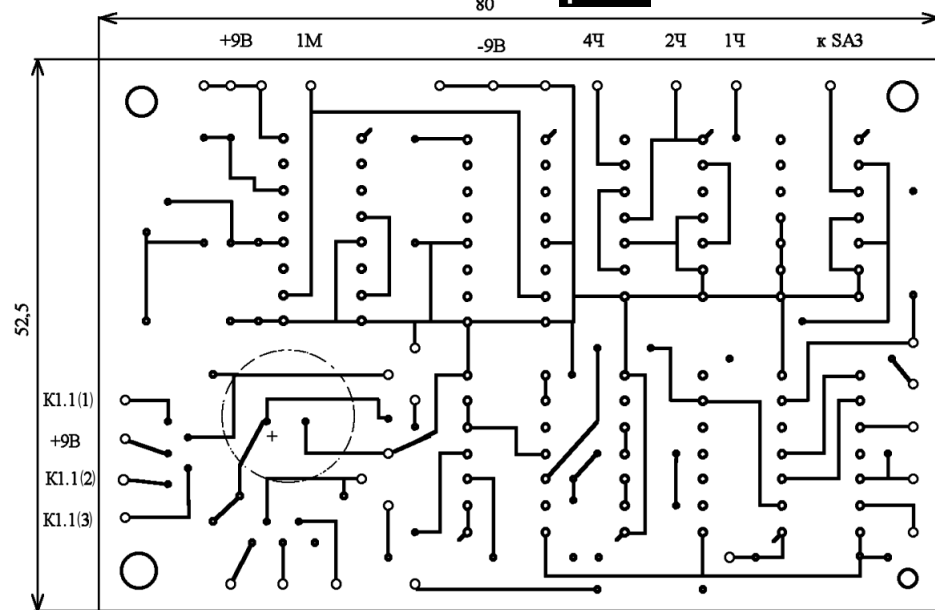


рис.3

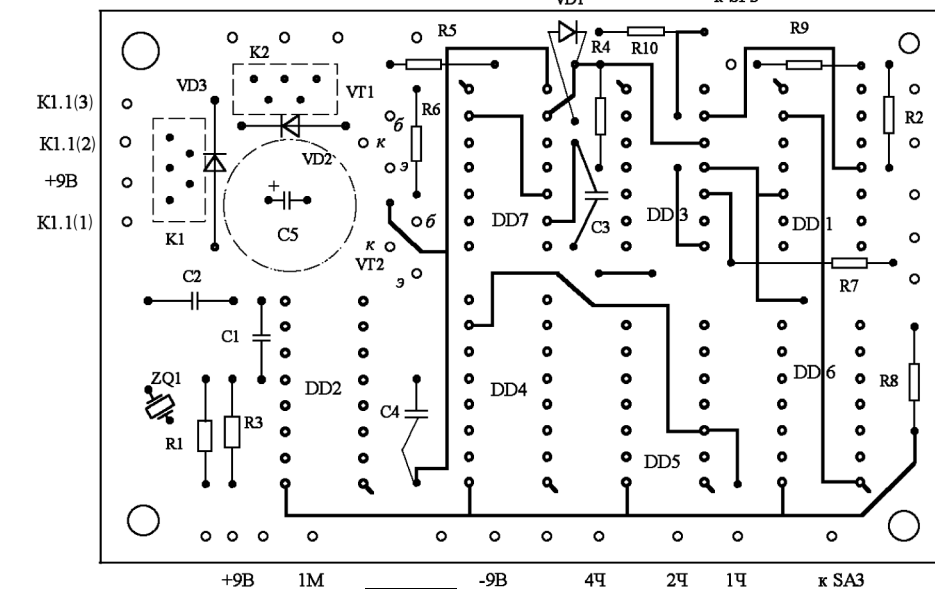


рис.4

Проектирование преобразователей напряжения и частоты средней и большой мощности

А.Н. Маньковский, Донецкая обл.

(Продолжение. Начало см. в "Электрике" 3,4/2002)

Трехфазный мостовой выпрямитель

Схема трехфазного мостового управляемого выпрямителя на тиристорах и временные диаграммы токов и напряжений при $\alpha = 0$ показаны на **рис.13**. Вентили схемы образуют две группы: V1, V3, V5 - катодную, V2, V4, V6 - анодную. Напряжение на нагрузке $U_d(t) = \varphi_{кк} - \varphi_{аа}$, где $\varphi_{кк}$ - потенциал катодов вентилей катодной группы, а $\varphi_{аа}$ - потенциал анодов вентилей анодной группы.

Предположим, что в данный момент ток проводят вентили V1 и V2. Через их прямые сопротивления нагрузка подключается на линейное напряжение, например, при работе V1 и V2 - на напряжение $U_{ac} = e_{2A} + e_{2C}$. После прекращения работы V1 и отпирания V3 к нагрузке приложено линейное напряжение U_{bc} и т.д. Таким образом, выходное напряже-

ние имеет амплитуду, равную амплитуде линейного напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Расчетные формулы приведены в **табл.4**.

На **рис.13,б** построена кривая выходного напряжения U_d . Период повторения напряжения U_d при выбранном на **рис.13,б** начале координат заключен между $-\pi/6$ и $\pi/6$. На той же временной диаграмме показан ток $i_d(t)$.

При подаче импульсов управления на тиристоры выпрямителя с задержкой относительно моментов естественного отпирания на угол управления α в режиме непрерывного тока кривая выходного напряжения состоит из отрезков линейного напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Временные диаграммы U_d при различных углах управления приведены на **рис.14**. При углах управления $\alpha < 60^\circ$ отрицательный участок в кривой

$U_d(t)$ отсутствует, и выпрямитель при любой нагрузке работает в режиме непрерывного тока. При $\alpha > 90^\circ$ возможна работа преобразователя в инверторном режиме, для этого в цепь постоянного тока включают источник энергии, полярность которого противоположна выходной ЭДС выпрямителя U_d .

В реальных трансформаторах большой мощности необходимо учитывать индуктивности рассеяния обмоток, из-за которых токи i_2 и i_a имеют не прямоугольную, как упрощенно предполагалось ранее, а трапецидальную форму. Временные диаграммы напряжений и токов в мостовом выпрямителе приведены на **рис.15**.

На интервале коммутации γ выходное напряжение преобразователя уменьшается на величину U_x . Среднее значение выходного напряжения

$$U_d = E_{d0} \cos \alpha - U_x = E_{d0} \cos \alpha - 3\omega L_a I_d / 2\pi.$$

Как было уже сказано ранее, расчет индуктивности рассеяния L_a вызывает определенные трудности, поэтому проще вывести дополнительные выводы со вторичной обмотки трансформатора.

На **рис.15** показана форма тока i_1 , потребляемого выпрямителем из сети. В этой кривой есть две важные особенности. Во-первых, ток, потребляемый выпрямителем из сети, несинусоидален, и это характерно и для других типов выпрямителей, которые можно определить как нелинейную нагрузку для питающей сети. Вторая особенность - фазовый сдвиг первичного тока относительно напряжения сети, что характерно для всех управляемых выпрямителей. Обе эти особенности играют важную роль в преобразовательной технике.

Составные многофазные схемы выпрямления

При построении трехфазного мостового выпрямителя на шести вентилей в нагрузке можно получить наибольший ток $I_d = 3I_a$, выпрямленное напряжение $U_d = 0,96U_{обр}$. При использовании наи-

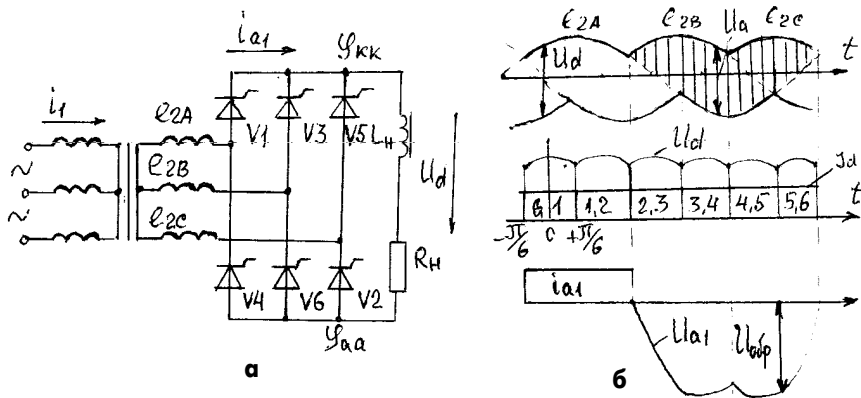


рис.13

Таблица 4

Номер формулы	Выражение	Описание
59, рис.14	$U_{ам} = 2,09E_2$	Амплитуда выходного напряжения
60, рис.14	$E_d = 2,34E_2$	Среднее значение выходной ЭДС выпрямителя
61, рис.14	$I_{ам} = I_d$	Амплитуда анодного тока
62, рис.14	$I_a = I_d/3$	Среднее значение тока за период
63, рис.14	$U_{обр} = 1,05 E_d$	Амплитуда обратного напряжения на тиристоре
64, рис.14	$I_2 = 0,816 I_d$	Действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора
65, рис.14	$S_T = 1,05 P_d$	Расчетная мощность трансформатора
66, рис.15	$E_d = 2,43E_2 \cos \alpha$	Среднее значение выходной ЭДС выпрямителя
67, рис.15	$E_d = E_{d0} \cos \alpha$	Регулировочная характеристика выпрямителя в режиме непрерывного тока

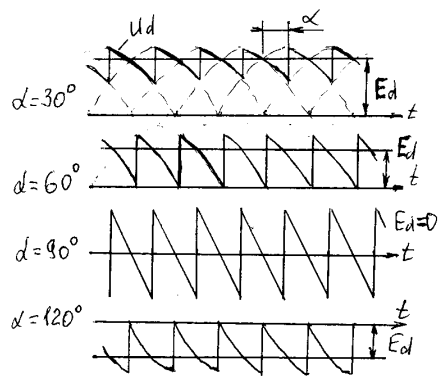


рис.14

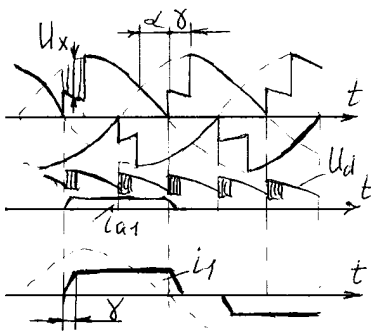
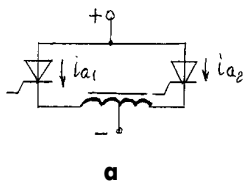
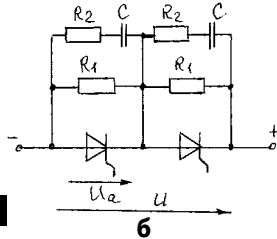


рис.15



а



б

рис.16

более мощных вентилях, выпускаемых промышленностью, можно получить в нагрузке мощность порядка мегаватта. Однако в энергетике требуются выпрямители и зависимые инверторы, мощность которых гораздо выше названной величины. В преобразователях, рассчитанных на большие токи I_d (единицы килоампер и выше), применяют параллельное соединение вентилей, в преобразователях на большие напряжения U_d (единицы киловольт и выше) - последовательное соединение вентилей.

На рис.16 изображены схемы параллельного (а) и последовательного (б) включения мощных полупроводниковых вентилей. При параллельном соединении вентилей для выравнивания токов в статическом и динамическом режимах ис-

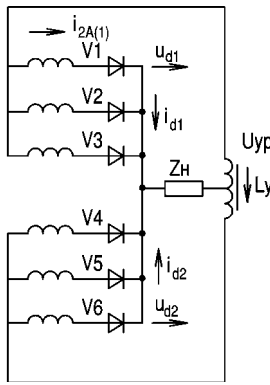
пользуют индуктивные делители тока, при последовательном соединении вентилей для выравнивания напряжений - делители напряжений.

Эти делители снижают КПД преобразователя за счет потерь в активных элементах. Они не обеспечивают полного выравнивания напряжений и токов. Поэтому параметры тиристоров в преобразователе выбирают с большим запасом.

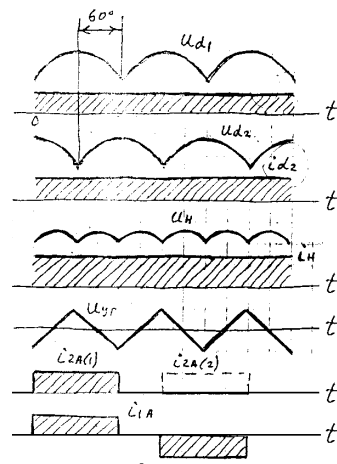
Двойной трехфазный выпрямитель с уравнивающим реактором

На рис.17,а показан двойной трехфазный выпрямитель с уравнивающим реактором, который состоит из двух трехфазных нулевых выпрямителей, работающих на общую нагрузку.

При работе первого нулевого выпрямителя формируется выходное напряжение



а



б

рис.17

U_{d1} и ток i_{d1} , форма которых показана на верхней диаграмме рис.17,б. На второй сверху диаграмме показана форма напряжения U_{d2} и тока i_{d2} второго нулевого выпрямителя. Форма напряжения $U_{yр}$ на реакторе L_y , напряжения U_H и тока нагрузки i_2 показаны там же.

Через нагрузку протекает суммарный ток

$$I_d = 6 I_a \quad (68)$$

$$\text{Среднее напряжение на нагрузке} \\ U_H = 1,17 E_2 \quad (69)$$

Постоянного подмагничивания трансформатора в схеме нет. При построении диаграммы токов полагали, что $\omega L_H \gg R_H$.

$$\text{Среднее выходное напряжение при } \alpha \neq 0 \text{ в режиме непрерывного тока} \\ E_d = 1,17 E_2 \cos \alpha \quad (70)$$

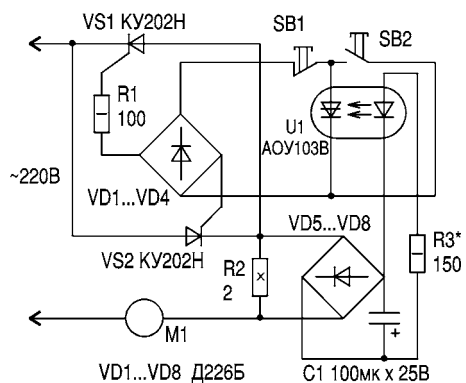
(Продолжение следует)

Защитное устройство

В.Ф.Яковлев, г.Шостка, Сумская обл.

Предлагаемое защитное устройство автоматически отключает электродвигатель при переходе из режима нагрузки в режим холостого хода. Это особенно целесообразно для электронасосов, если колодец или скважина имеют ограниченный запас воды.

Схема защитного устройства приведена на рисунке. Работает устройство следующим образом. При нажатии на кнопку SB2 тиристоры VS1 и VS2 включают электродвигатель M1. При этом напряжение на резисторе R2 выпрямляется мостом VD5...VD8 и поступает на тиристорную оптопару U1, которая блокирует кнопку SB2. Если нагрузка на электродвигателе уменьшается (соответственно снижается потребляемый ток), напряжение на резисторе R2 также уменьшается и ста-



новится недостаточным для включения тиристорной оптопары U1, тиристоры VS1 и VS2 отключают электродвигатель. При налаживании устройства может понадобиться подбор резистора R3.

Тиристоры VS1 и VS2 устанавливают на радиаторах. Резистор R2 проволочный.

Особенности сварочных дуговых процессов

(Продолжение. Начало см. в РЭ9-12/01; 1-4/02)

В.А.Кучеренко, г.Киев

Разработчикам сварочных трансформаторов (СТ) необходимо знать особенности процессов, протекающих в сварочной дуге, так как прямое назначение СТ - это обеспечение постоянного процесса горения дуги. И если СТ не в состоянии подавать в сварочную дугу ток и напряжение такой формы и величины, которые обеспечат поддержание дугового разряда, то существование такого источника сварочного тока и напряжения теряет смысл.

При питании дуги переменным током полярность электродов, а также и условия существования дугового разряда периодически изменяются. Это оказывает значительное влияние на стойкость дуги и функционирование источников питания.

Форма тока и напряжения дуги, которая питается источником переменного синусоидального тока, существенно отличаются от первичной синусоиды. Периодические изменения значений и полярности тока в сварочной цепи, которая питает сварочную дугу, вызывают периодические угасания и зажигания дуги. При частоте питающего тока в 50 Гц перерывы в горении дуги повторяются 100 раз за секунду. Протяженность перерывов в горении дуги при других равных условиях зависит от параметров сварочного контура: напряжения холостого хода СТ, типа и величины сопротивления сварочной цепи.

Необходимо подчеркнуть, что во всех случаях существует некоторый промежуток времени, на протяжении которого дуговой разряд отсутствует. Однако, как правило, ток во время перерывов в горении дуги имеет сравнительно большую величину, что свидетельствует о существовании промежуточной формы дугового разряда. Об этом убедительно свидетельствует форма динамической характеристики дуги, на которой четко прослеживается участок, соответствующий несамостоятельному разряду.

Исследователем путем выявлены два основных механизма возбуждения сварочных дуг: остаточной плазмой и током термоэлектронной эмиссии. В первом случае сварочная дуга возбуждается при напряжении, достаточном для возникновения в катодной области ионного переддугового тока минимального значения, необходимого для формирования катодных процессов. Для большей части сварочных дуг минимальный ток составляет 4-7 А. При этом чем выше степень ионизации плазмы, тем ниже напряжение, при котором зажигается дуга.

Во втором случае ток термоэлектронной эмиссии подогревает межэлектродный газ и создает плазму, необходимую для создания минимального переддугового тока. В случае железных электродов для развития дугового разряда необходима мощность термоэлектронного тока 30 Вт на 1 см длины дугового промежутка.

Таким образом, повторному возбужде-

нию дуги оказывает содействие снижение эффективного потенциала ионизации (первый механизм возбуждения), увеличение температуры плавления плавящегося электрода (второй механизм возбуждения) и увеличение напряжения на дуговом промежутке. При понижении степени ионизации дугового промежутка и уменьшении температуры активных пятен повторное возбуждение дуги в полном полупериоде происходит при повышенном напряжении, которое называют пиком повторного возбуждения дуги, причем $U_{\text{зб}} > U_{\text{д}}$. Вследствие более интенсивного охлаждения активного пятна на свариваемом изделии размер пика повторного возбуждения больше в тех случаях, если катодное пятно находится на изделии.

Если напряжение источника питания недостаточно, то в горении дуги происходят значительные перерывы. Во время этих перерывов охлаждение и деионизация дугового промежутка еще больше усиливаются, что в свою очередь приводит к еще большему увеличению пика повторного возбуждения дуги. Напряжение повторного возбуждения также возрастает с увеличением длины сварочной дуги и уменьшением тока дуги.

На размер напряжения повторного возбуждения сварочной дуги значительно влияет эффективный потенциал ионизации. При наличии в дуговом промежутке паров легкоионизируемых элементов пик воспламенения уменьшается. Отрицательно заряженные ионы фтора уменьшают степень ионизации дугового промежутка, что приводит к увеличению пика повторного возбуждения дуги.

Опыты убедительно свидетельствуют, что напряжение повторного возбуждения сварочной дуги в те полупериоды, когда катодное пятно расположено на изделии, часто преобладает над нормальным напряжением горения дуги в 2-3 раза. А в некоторых наиболее трудных случаях это соотношение возрастает до 4-5 раз (рис. 24).

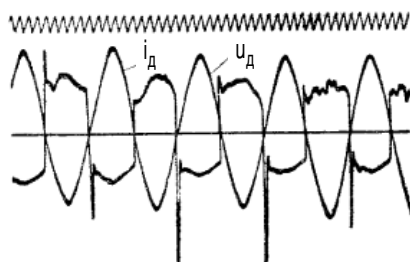


рис.24

На основе изложенного можно сделать вывод, что напряжение повторного возбуждения сварочной дуги зависит от условий в самом разряде, теплофизических свойств, геометрии электрода и параметров сварочного контура. Приведенные явления, связанные с повторным возбуждением сварочной дуги переменного тока, приводят к тому, что ее стойкость ниже, чем дуги постоянного тока. Поэтому условия устойчивого горения дуг переменного и постоянного тока отличаются один от другого.

В настоящее время из всех видов дуговой сварки переменным током осуществляется ручная дуговая сварка плавящимися электродами с рутиловым покрытием и сварка под флюсом, а также неплавящимся электродом в инертном газе (преимущественно алюминия и его сплавов). Сварка плавящимися электродами в инертных и активных газах, а также в смесях газов выполняется на постоянном токе (исключая некоторые случаи сварки порошковой проволокой).

Как известно, в нашей стране еще в 30-х годах была проведена серия опытов по сравнительному определению прочности сварных соединений, выявлению факторов, влияющих на качество швов, по измерению расхода электроэнергии в зависимости от рода тока. Были неопровержимо доказаны существенные преимущества переменного тока над постоянным, что определило характерную черту развития электросварочного машиностроения в СССР - трансформаторостроение. В предвоенные годы на долю сварочных трансформаторов в СССР приходилось около 80% всего выпускаемого в стране оборудования для дуговой сварки. В этом отношении наша страна намного опередила зарубежные страны, где широкое применение сварки на переменном токе началось лишь в годы второй мировой войны.

В послевоенные годы широкое применение получила автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах. Из-за низкой устойчивости горения дуги ее удалось осуществить только на постоянном токе. Это несколько сузило область применения в сварке переменного тока. Однако в отдельных отраслях промышленности, в строительстве, на монтаже особенности сварных конструкций и сооружений ограничивают возможность применения механизированных методов сварки, и на долю ручной дуговой

сварки приходится основной объем работ. В этом случае 80 % из них выполняются переменным током. Вопрос применения переменного тока для дуговой сварки актуален и в настоящее время. Преимущества переменного тока показаны во многих трудах.

Прежде всего электродуговая сварка на переменном токе значительно экономичнее с точки зрения расхода электроэнергии: КПД сварочных трансформаторов выше, чем источников питания постоянного тока. Снижаются также расходы на эксплуатацию и обслуживание сварочного оборудования, так как сварочные трансформаторы более простые по устройству, требуют минимального ухода и текущего ремонта. Кроме того, СТ существенно дешевле и легче, чем источник питания постоянного тока. Что касается производительности самого процесса сварки, то она практически одинакова как в случае переменного, так и постоянного тока.

Сварка постоянным током характеризуется таким отрицательным явлением, как магнитное дутье - следствие взаимодействия собственного магнитного поля дуги и поля сварочного контура. Образование этого контура неизбежно, так как практически невозможно расположить токоподвод и сварочную горелку на одной оси. Под влиянием магнитного дутья дуга может перемещаться, изменять свою длину и форму и весьма часто обрываться. Все это нарушает стабильность процесса сварки. Величина электромагнитной силы, действующей при этом на дугу, зависит от величины тока, конструкции свариваемых деталей, положения токоподвода относительно места сварки и пропорциональна квадрату сварочного тока. Отрицательное действие магнитного дутья особенно велико при сварке на больших токах (свыше 400 А). Магнитное дутье ограничивает применение высокопроизводительных режимов при сварке на постоянном токе. Применение переменного тока - самое простое и надежное средство борьбы с магнитным дутьем. Практически магнитное дутье при сварке переменным током незаметно даже на очень больших токах (1000...2000 А), что позволяет применять в случае переменного тока более производительные режимы сварки.

Особенностью дуговой сварки плавящимся электродом в инертном газе на переменном токе является то, что перенос металла главным образом происходит тогда, когда электрод положительный, и только при высоких сварочных токах перенос металла наблюдается и во время отрицательной полуволны тока. Эта асимметрия переноса электродного металла способствует значительному расширению диапазона рабочих сварочных токов, в некоторых случаях улучшает профиль проплавления сварного соединения, позволяет использовать более производительные режимы

сварки.

К недостаткам сварки переменным током относится, прежде всего, низкая в ряде случаев устойчивость горения дуги, обусловленная периодическими ее погасаниями. Кроме того, наблюдается повышенное разбрызгивание металла и насыщение его газами.

В связи с ценными преимуществами сварки переменным током по сравнению с постоянным, задача повышения устойчивости горения дуги переменного тока является актуальной и важной.

Из множества особенностей и свойств сварочных дуг рассмотрим только некоторые, главным образом относящиеся к стабильности горения дуги и связанные с переносом электродного металла.

В общем виде устойчивость любого процесса, как известно, оценивается по изменению энергии системы тел, участвующих в этом процессе. Если в дуге нет приращения энергии, т.е. если разность между поступающей энергией (Q_n) и расходуемой (Q_p) равна нулю $\Delta Q = Q_n - Q_p = 0$, то все ее параметры остаются неизменными. Дуга получает энергию от источника электрического тока, образуя с ним единую систему. При наличии в сварочном контуре активных (R_k) и реактивных ($X_k = \omega L_k$) сопротивлений потребляемые ими мощности также следует отнести к расходуемым:

$$\Delta Q = Q_n - Q_p = U_n I_n - R_k I_d^2 = L_k (di_d/dt) I_d - U_d I_d,$$

где U_n - напряжение на клеммах источника; U_d - напряжение на дуговом промежутке; I_d - ток в сварочной цепи; L_k - индуктивность сварочного контура; ω - круговая частота сети.

Так как нас интересует только случай сварки переменным током, $U_n = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ и учитывая, что активное сопротивление сварочной цепи значительно меньше индуктивного ($R_k \ll X_k$), условие квазиустойчивого горения дуги можно записать следующим образом:

$$U_m \sin \varphi \geq U_3,$$

где U_m - амплитудное значение синусоидального напряжения сварочного трансформатора; φ - угол сдвига фаз между напряжением холостого хода сварочного трансформатора (U_{xx}) и током дуги I_d ; U_3 - напряжение повторного зажигания дуги.

Приведенное условие предполагает, что для непрерывного горения дуги переменного тока при каждом переходе сварочного тока через нуль на межэлектродном промежутке должно появляться напряжение большее (или равное), чем напряжение зажигания дуги. Величина φ определяется из условия баланса энергии с учетом, что $I_d = 0$ при $\omega t = 0$ и $\omega t = \pi$. Тогда условие квазиустойчивого горения дуги переменного

тока без активных сопротивлений в ее сварочных цепях:

$$U_m / U_d \geq (U_3^2 / U_d^2 + \pi^2 / 4)^{1/2},$$

С учетом активного сопротивления СТ и сварочной цепи эта зависимость будет иметь вид:

$$U_m / U_d = \{ [1 + R_k / X_k]^2 [(U_3 / U_d + \text{th}(\pi R_k / 2 X_k))^2 + (R_k / X_k)^2 \text{th}^2(\pi R_k / 2 X_k)] \}^{1/2},$$

$$\begin{aligned} \text{При малых значениях } R_k / X_k \text{ th}(\pi R_k / 2 X_k) = \\ = \pi R_k / 2 X_k - (\pi^3 / 24) (R_k / X_k)^3 + \\ + (\pi^5 / 240) (R_k / X_k)^5 - \dots \end{aligned}$$

Если $R_k / X_k = 0$, то эта зависимость превращается в предыдущую.

Приведенные уравнения и являются условиями квазиустойчивого горения дуги переменного тока. Однако при очень малых токах, наблюдаемых, например, при переходе синусоидального переменного сварочного тока через нуль, дуговой разряд прекращается, и на осциллограммах, как правило, наблюдаются пики повторного зажигания. Анализ уравнения мощностей для динамического состояния системы "дуга - источник питания" дает следующее условие динамической устойчивости дугового разряда:

$$R_k / L_k + 1 / (C_n R_0) - 1 / \theta > 0,$$

где $\theta = Q_n / W_p$ - постоянная времени дуги, представляет собой время, в течение которого суммарная энергия системы Q_n рассеивается при средней мощности потерь W_p ; C_n - шунтирующая дугу "паразитная" емкость, создаваемая токоподводящими проводами и межвитковыми емкостями обмоток сварочного трансформатора; R_0 - сопротивление дугового промежутка при погасшей дуге в момент перехода сварочного тока через нуль.

При повторном зажигании дуги индуктивность сварочного контура L_k оказывает двойное действие: при убывании тока горение дуги поддерживается за счет энергии, накопленной в этой индуктивности, а после перехода тока через нуль, когда необходимо ввести как можно больше энергии в межэлектродный промежуток для предотвращения охлаждения оставшейся в нем плазмы, часть энергии идет на увеличение энергии магнитного поля этой индуктивности. На скорость роста дугового напряжения после перехода сварочного тока через нуль влияют насыщение сердечника, вихревые токи узлов арматуры, деталей корпуса трансформатора.

(Продолжение следует)

Источник питания для маломощных люминесцентных ламп

В статье приведена схема и печатная плата источника питания для подключения маломощных (до 15 Вт) люминесцентных ламп к сети 220 В. Схема выполнена на транзисторном полумостовом инверторе.

Маломощные (до 15 Вт) люминесцентные лампы или лампы дневного света (ЛДС)

В.Самелюк, г.Киев

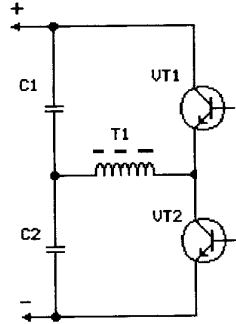


рис.1

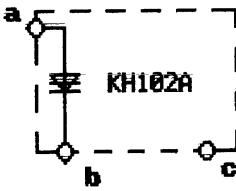


рис.3

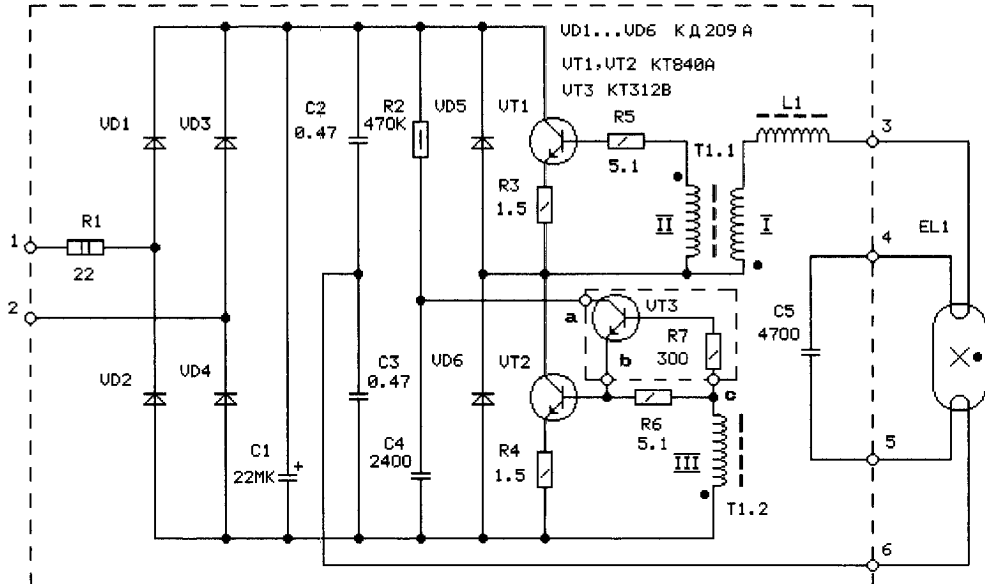


рис.2

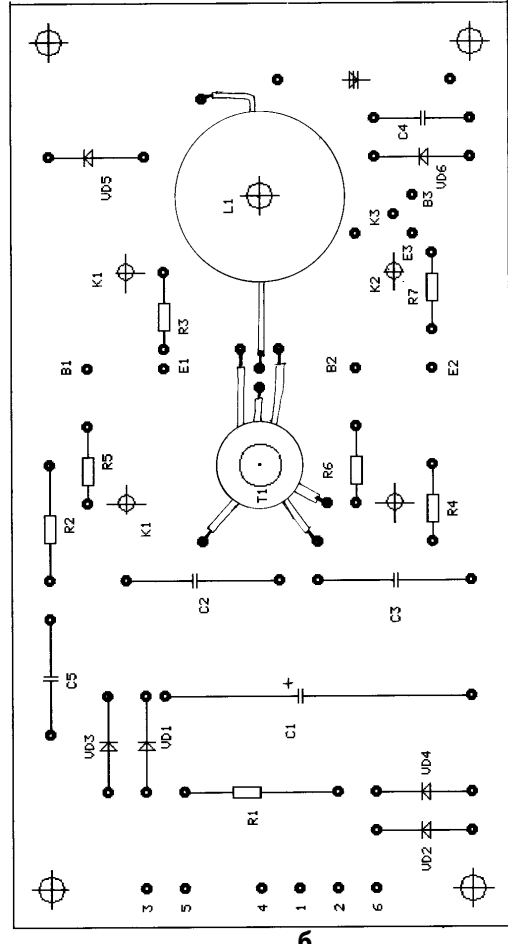
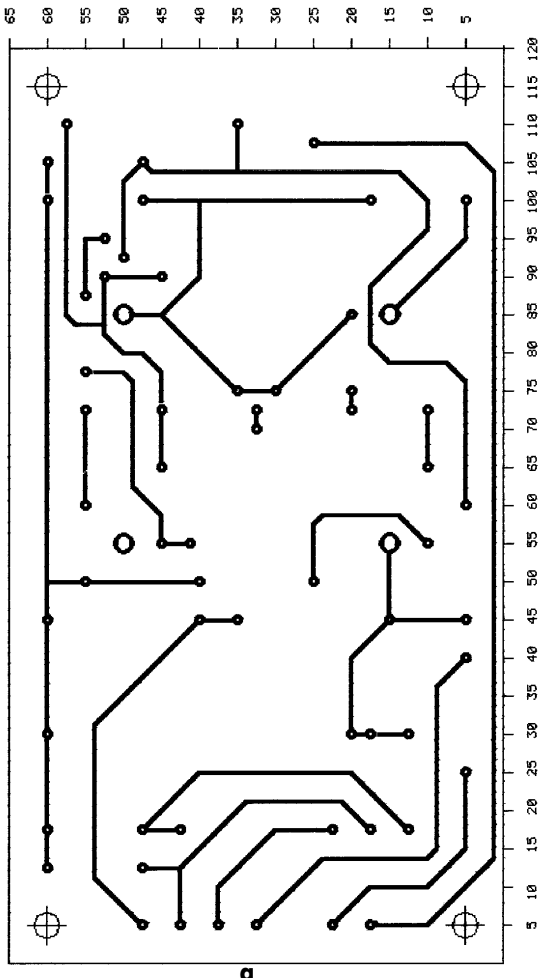


рис.4

широко используют в настольных и переносных светильниках, сканерах, копировальных аппаратах. Особенностью питания ЛДС является необходимость подачи на лампу напряжения 500-800 В для зажигания, а после зажигания необходимо обеспечить номинальный ток через лампу, так как напряжение горения лампы 60 В.

Этим требованиям соответствует предлагаемый источник питания, который позволяет подключить маломощные ЛДС к сети 220 В. В его основе лежит полумостовой преобразователь напряжения [1]. Первичная обмотка трансформатора преобразователя включена в диагональ моста, образованного двумя последовательно включенными транзисторами и двумя конденсаторами (рис.1). В рабочей схеме источника питания (рис.2) последовательно с первичной обмоткой трансформатора включен контур LC5. Кроме того, встроены выпрямитель с фильтром на конденсаторе С1 и специальная цепь запуска на элементах R2, С4, VT3 и R7. Транзистор VT3 работает в лавинном режиме. После подачи напряжения на преобразователь начинается заряд конденсатора С4 через резистор R2. Когда напряжение на коллекторе транзистора VT3 достигнет 40...60 В, он лавинообразно пробивается. Током разряда конденсатора С4 включается транзистор VT2, запуская преобразователь. Отрицательные импульсы с обмотки

III трансформатора периодически открывают транзистор VT3 и поддерживают конденсатор С4 практически разряженным. Цепь запуска можно немного упростить, если вместо транзистора установить динистор (рис.3).

В момент подачи напряжения на преобразователь в контуре LC5 появляется напряжение ударного возбуждения, которым зажигается лампа. После зажигания ток, который проходит через лампу, резко уменьшает добротность контура, шунтируя С5. Преобразователь работает на высокой частоте, и индуктивное сопротивление дросселя L1 ограничивает ток лампы.

Печатная плата (рис.4,а) имеет размеры 120x65 мм, схема размещения элементов показана на рис.4,б. Транзисторы VT1 и VT2 установлены на металлической стойке высотой 9 мм и применено резьбовое крепление.

В источнике питания используют следующие конденсаторы: С1 - типа К50-27 на напряжение 350 В; С2, С3 - типа К73-17 на 400 В; С4 - типа КМ4; С5 - типа КЗ1-11. Трансформатор Т1 намотан на кольце К10x6x5 из феррита марки М2000НМ-39 и содержит в I обмотке 7 витков одножильного провода диаметром 0,23 мм в полихлорвиниловой изоляции, а во II и III - по 4 витка того же провода. Дроссель L1 намотан на броневом сердечнике типа Б22 из феррита марки М2000НМ1 и содержит

130 витков провода диаметром 0,33 мм в эмалевой изоляции. Индуктивность дросселя 5 мГн. Центральный керн одной из чашек сердечника спилен на 0,2 мм. Этот зазор, который образуется после сборки сердечника, позволяет получить стабильную магнитную проницаемость феррита и соответственно стабильную индуктивность дросселя. При установке трансформатора Т1 в печатную плату стоит обратить внимание на правильное подключение выводов обмоток. Начало всех обмоток обозначено на схеме черными точками.

Настройка источника питания сводится к установке тока через лампу изменением величины индуктивности дросселя L1. Но проще измерять не ток через лампу, а ток потребления источника питания. Для этого необходимо включить амперметр переменного тока последовательно с резистором R1. Если допустить, что КПД преобразователя 0,9, то для лампы ЛБ8-1, мощность которой 8 Вт, необходимый ток потребления источника составляет $8/220 \times 0,9 = 40$ мА. Индуктивность дросселя можно изменять количеством витков катушки, изменением зазора, а также введением сердечника.

Литература

1. Бирюков С.А. Цифровые устройства на интегральных микросхемах. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1987, с.134, 135.

Транзисторный выключатель с защитой от перегрузки

О.Л.Сидорович, г.Львов

Транзисторные выключатели применяют как оконечные устройства электронных систем управления. С их помощью дистанционно подключают силовую сеть постоянного тока к различным электромагнитным механизмам. В этих механизмах возможны неисправности в виде замыкания между собой витков обмотки, что приводит к увеличению тока нагрузки сверх нормы и может быть причиной выхода из строя транзисторного выключателя. Поэтому транзисторный выключатель должен сочетать в себе функции коммутации и защиты [1]. Существует множество подобных устройств [2,3]. Для некоторых электронных систем, например, автомобильных, преимущество отдается транзисторным выключателям с

защитой "защелкой" [4]. Такая защита исключает возможность перегрева элементов транзисторного выключателя при превышении тока нагрузки.

Схема рис.1 является примером подобного устройства. В нем отсутствует допол-

нительное сопротивление в цепи коллектора оконечного транзистора, как это имеет место в [5], благодаря чему напряжение на нагрузке при включенном устройстве приближается к напряжению источника питания.

Параметры устройства

Напряжение питания	+12 В
Номинальный коммутируемый ток	2 А
Падение напряжения на выключателе	0,5 В
Ток отключения	2,3 А

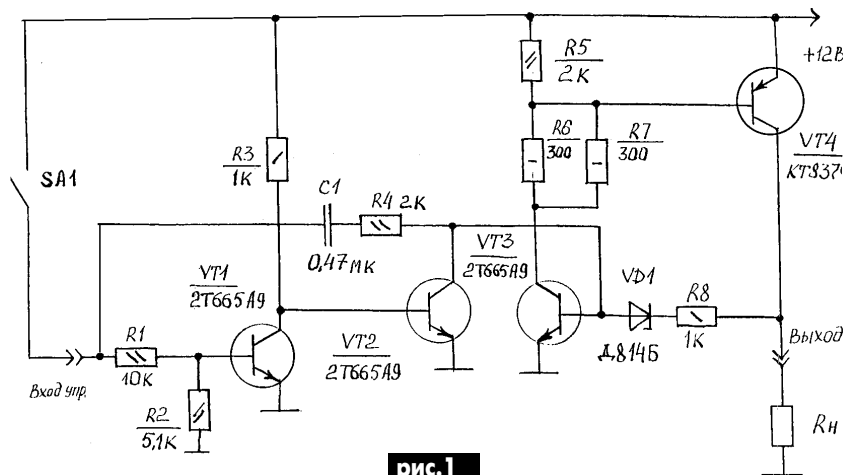


рис.1

Транзисторный выключатель состоит из узла запуска-выключения на транзисторах VT1, VT2, резисторах R1...R4 и конденсаторе C1, предварительного каскада на транзисторе VT3 и резисторах R6, R7, силового ключа на транзисторе VT4 и резисторе R5 и цепи защиты на стабилитроне VD1 и резисторе R8.

Устройство работает следующим образом. При подаче напряжения питания на устройство транзисторы VT1, VT3 и VT4 закрыты, транзистор VT2 открыт положительным потенциалом, поступающим через резистор R3 на его базу, и шунтирует база-эмиттерный переход транзистора VT3. Когда на входе устройства появляется управляющий сигнал (при замыкании выключателя SA1), то открывается транзистор VT1, шунтирует база-эмиттерный переход транзистора VT2, последний закрывается, и конденсатор C1 заряжается по цепи: вход управления - резистор R4 - переход б-э VT3. При этом напряжение на базе транзистора VT4 достаточно, чтобы открыть его до насыщения. При отсутствии короткого замыкания напряжение на коллекторе VT4 становится максимальным, и его коллекторный ток поступает в нагрузку. Стабилитрон VD1 пробивается, этого доста-

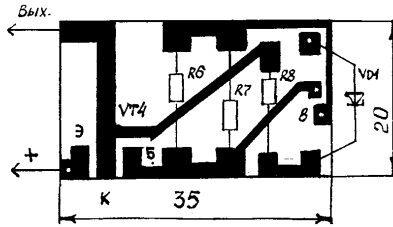
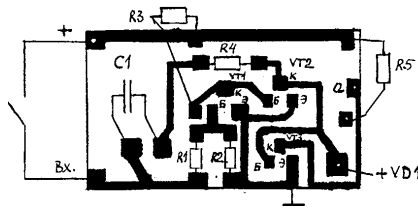


рис.2

точно, чтобы поддерживать транзистор VT3 в открытом состоянии.

Если в цепи нагрузки имеется короткое замыкание или перегрузка, напряжение на коллекторе VT4 становится меньше напряжения пробоя стабилитрона VD1, и транзисторы VT3, VT4 закрываются, отключая нагрузку. Для возобновления работы устройства после устранения причины

Тип стабилитрона	Ток отключения устройств, А
Д814Г	1
Д814В	2
Д814Б	2,3
Д814А	2,4
КС168А	2,6

перегрузки необходимо отключить и вновь включить SA1.

Изменение порога срабатывания защиты достигается подбором типа стабилитрона, как указано в **таблице**.

Устройство собрано на двусторонней печатной плате (**рис.2**).

Литература

1. Микроэлектронные электросистемы/Под ред.Ю.И.Конева. - М.: Радио и связь, 1987. - 143 с.
2. Оптоэлектронные ключи с защитой по току//Радио. - 1990. - №8. - С.57.
3. А. с. 1473682 СССР.
4. Поляк Д.Г., Есеновский-Лашков Ю.К. Электроника автомобильных систем управления. - М.: Машиностроение, 1987, С.106,107.
5. Эсаулов Н. Регулируемый электронный предохранитель//Радио. - 1988. - №5. - С.31-32.

Преобразователь напряжения для питания ЛДС мощностью 20-80 Вт

А.Г.Зызюк, г.Луцк

Большинство схем преобразователей напряжения (ПН) предназначены для питания ЛДС мощностью не более 30 Вт. Известно, что емкость аккумулятора не позволяет длительную эксплуатацию мощных потребителей энергии. Вот почему мы стремимся применять мало-мощные ЛДС. А это как раз и невыгодно в отношении экономичности! Как доказали экспериментальные исследования, малогабаритные ЛДС не являются высокоэффективными излучателями света, если взять соотношение количество света/количество потребляемой энергии. В стационарных условиях выгоднее установить крупногабаритную ЛДС, чем малогабаритную. Таким способом достигается повышенная светоотдача при одинаковых потребляемых от аккумулятора мощностях этими ЛДС. Речь, безусловно, идет о ПН с регулировкой яркости свечения ЛДС. Я не имею в виду какой-то конкретный тип или фирму-производителя ЛДС и схему ПН.

Вот лишь один пример. ПН, эксплуатировавшийся с ЛДС мощностью 40 Вт в режиме "ночника", потреблял от аккумулятора 12 В ток 0,1-0,3 А. При этом в комнате было настолько светло, что переносной фонарик, потребляющий такую же мощность (12 В; 0,1-0,3 А), был в роли "светлячка". Таким образом, если мы говорим об экономии энергии аккумулятора при питании ЛДС от ПН, то следует соответствующим образом позаботиться как о конструкции ПН, так и типе ЛДС. ЛДС производства дальнего зарубежья лучше, чем отечественные.

Предположим, мы выбрали лампу ЛДС фир-

мы "Филипс" мощностью 40 Вт. Они ненамного дороже отечественных, но заметно превосходят последние по характеристикам. Первое, яркость "Филипса" больше, чем у наших ЛДС. Второе, что очень и очень важно при питании ЛДС от ПН и аккумулятора, это почти вдвое меньшее напряжение поджига газа внутри баллона. Имеем приблизительно 600-700 В (у "Филипса") против 1000-1200 В и даже более у ЛДУ-40. Не стоит, видимо, упоминать надежность, долговечность при сравнении этих ламп.

Схемотехника почти всех опубликованных ПН "где-то пересекается". Остановимся на

основных моментах ("подводных камнях") в ПН для ЛДС. Никоем образом нельзя игнорировать требования, предъявляемые к силовой импульсной схемотехнике. Например, нельзя устанавливать "случайные" трансформаторы, низкочастотные транзисторы, если речь идет о частотах более 20 кГц. Монтаж - тоже вещь коварная. Особенно это касается КМОП - серий микросхем 176, 561 и т.п. Просто мне доводилось наблюдать за работой начинающих, когда все только что перечисленное имело место в ПН для ЛДС в нескольких экземплярах! Удивительным было то, что ЛДС все же работали! Но "раскачать" ЛДС мощностью 40 Вт, а тем бо-

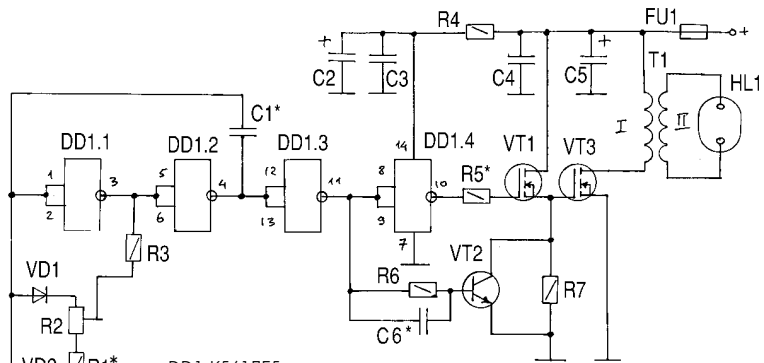


рис.1

- | | | | |
|---------------|-----------|----------------|-----------------|
| DD1 K561ЛЕ5 | R1 200к | R5,R7 1к | C4 0,1мк |
| VT1 КТ645А | R2 470к | C1 15 | C5 1000мк x 25В |
| VT2 КП901А | R3,R6 10к | C2 200мк x 25В | C6 75 |
| VT3 IRFZ34 | R4 220 | C3 0,047мк | FU1 5А |
| VD1,VD2 КД521 | | | |

лее 80 Вт, почти нереально. В ПН, схема которого приведена на **рис. 1**, учтено многое из необходимых требований к такой технике.

Собственно генератор прямоугольных импульсов собран на КМОП-микросхеме DD1 типа K561ЛЕ5. Яркость регулируется изменением скважности импульсов резистором R2. Частота генератора (элементы DD1.1 и DD1.2) зависит от емкости конденсатора C1 и, конечно же, от емкости монтажа и экземпляра микросхемы. С выхода четвертого элемента (вывод 10) DD1 управляющий сигнал через резистор R5 поступает на затвор МОП-полевого транзистора VT2 (КП901А). С истока последнего сигнал поступает на затвор мощного полевого транзистора VT3 типа IRFZ34. Но на схеме рис.1 не показана одна деталь. Это - резистор R8 сопротивлением 33051 Ом, который включен в разрыв затвора транзистора VT3.

Многим хороши мощные "полевики", кроме больших внутренних емкостей между электродами. В данном случае речь идет о емкости затвор-исток, которая превышает 1000 пФ. Чтобы улучшить КПД ПН, т. е. уменьшить бесполезно рассеиваемую на транзисторе VT3 мощность, необходимо быстро включать и выключать этот транзистор. Это невозможно сделать без быстрого заряда и разряда входной емкости VT3. Об этом много сказано в профессиональной литературе и очень мало в радиолюбительской. Человек верит в то, что установка мощного полевого транзистора с малым сопротивлением сток-исток (включенное состояние) уже решает проблему коммутационных потерь мощности. Но это не так! В данной конструкции предусмотрены специальные меры по ускоренному разряду входной емкости транзистора VT3. Для этого в схему ПН установлены дополнительные элементы: транзистор VT1, резистор R6 и форсирующий конденсатор C6.

Суть данной системы довольно проста. Поскольку на выходах элементов DD1.3 и DD1.4 присутствуют всегда противофазные импульсы, то несложно понять и алгоритм работы схемы. Транзистор VT1 принудительно разряжает входную емкость VT3, когда на выходе элемента DD1.3 присутствует лог. "1". При установлении лог. "0" на выходе DD1.3 транзистор VT1 ускоренно закрывается, для этого и установлен "форсаж" в виде конденсатора C6. Можно сказать, что проще было бы уменьшить сопротивление резистора R7, например, в 10-30 раз. Проще, но не экономично и не эффективно, потому что на этом резисторе будет рассеиваться (почти бесполезно) часть мощности аккумулятора.

Об эффективности. Дело в том, что благодаря элементам схемы VT1, R6 и C6 образуется весьма своеобразная цепь авторегулирования практически самого выгодного режима работы ПН. А это в свою очередь сказывается на устойчивости работы ПН при изме-

нении яркости ЛДС в очень широких пределах. Без указанных элементов схема работает значительно хуже. Заряд входной емкости VT3 обеспечивается мощным полевым транзистором типа КП901А, имеющим сравнительно малую входную емкость $C_{зв}$ (около 100 пФ согласно ТУ). Резистор R5 - антипаразитный, он предотвращает работу VT3 на КВ и УКВ диапазонах, что вполне реально для таких "быстрых" транзисторов, как КП901А ($f_{гр} \sim 400$ МГц). Питание микросхемы - через RC-фильтр, поскольку ВЧ пульсации по питанию способны нарушать нормальный режим работы генератора.

О деталях. Вместо K561ЛЕ5 можно установить K561ЛА7, вместо транзистора КТ645А - КТ3142А. Не исключено применение и других транзисторов в качестве VT1, эксперименты покажут, что лучше, а что хуже. Если лампа мощностью не более 30 Вт, то вместо КП901А можно применить и КП902А. Транзистор оконечный типа IRFZ34 можно заменить любым аналогичным. Можно установить даже отечественные типа КП922А, но нагреваться их корпуса будут сильнее. Поэтому несколько экземпляров устанавливают параллельно. Проблема - в подборе экземпляров с близкими значениями пороговых напряжений $U_{пор}$. Из имеющихся у меня некогда 12 шт. КП922А $U_{пор}$ имело от 3,5 до 6,5 В! Так что выбор понятен, а цена у наших КП922А еще выше, чем у таких транзисторов, как IRF640 (и это при том, что параметры у последних раза в два лучше наших). IRF640 сюда тоже не очень подходит, причем только из-за повышенного сопротивления сток-исток при включенном состоянии.

Читателю будет интересно узнать, что первоначально в качестве транзистора VT3 был установлен... биполярный типа КТ8101А! Правда, в этом случае в качестве транзистора VT1 был установлен германиевый ГТ311Е. В противном случае высокое напряжение насыщения $U_{кз,нас}$ не сможет разрядить входную емкость транзистора КТ8101А. Вполне вероятно применение и КТ827А. Но проблема рассеивания неосновных носителей в базе требует отрицательного напряжения во время выключения биполярного транзистора. Это можно осуществить, но схемотехника ПН совершенно видоизменяется. Резистор R2-СП-1 (А-1 ВТ-II) установлен (впяя) непосредственно в печатную плату ПН (**рис.2**). Только так можно решить проблему с резким уменьшением емкости монтажа. Обратите внимание на емкость конденсатора C1, она равна примерно 15 пФ.

Об импульсном трансформаторе Т1. От этого трансформатора зависит очень многое. Ферритовые кольца здесь использовать нельзя. Поэтому, чтобы "не мелочиться", использован ферритовый сердечник от ТПИ (марка ТПИ не установлена, так как сердечник покупали отдельно, т.е. без катушек и обмоток). Феррит Ш16Х Х20 М2000 НМ1-14. Вполне до-

статочно (с точки зрения максимальной эффективности данной конструкции) следующее исполнение импульсного трансформатора Т1. Сначала наматываем 300 витков провода ПЭВ-2 Ø0,6. Поверх наматываем 12 витков провода ПЭВ-2 Ø2,4 мм. Между обмотками находится слой изолянта.

Об изготовлении каркаса. На деревянную оправку сечением 17х21 мм накручиваем 1-2 слоя электрокартона (если его нет, то подойдет любой картон достаточной прочности). Оставляем запас на щеки каркаса. Делаем надрезы и "примерку" на ферритовом стержне.

Новоявленный каркас должен совершенно свободно заходить на половинки ферритового сердечника. В противном случае можно ожидать "сюрприза" после намотки обмоток - он не зайдет на свое место. Я не советую никоим образом применять ферриты, бывшие в употреблении. И для этого есть, по крайней мере, две серьезные причины. Феррит может быть "севшим", т. е. не иметь того, что подразумевается в ТУ. Второе - не перегревайте ферритовые изделия! Их параметры буквально исчезают при нагреве более 100-200°C (смотря, какая марка феррита). Радиолюбители об этом упорно молчат. Лишь в соответствующей литературе рассказано о том, что параметры ферритов сохраняются до определенных температур. А ведь именно таким образом (нагрев!) любители рассоединяют половинки "чашек" и других изделий из феррита. Лично мне доводилось "спотыкаться" на таких ферритовых "штучках". Зазор между двумя половинками магнитопровода большим делать не следует. Оптимальное его значение около 0,1 мм.

Теперь о монтаже конструкции в целом. Плата ПН размещена вблизи транзистора VT3, последний же - на теплоотводе с охлаждающей поверхностью 300 см². Резистор 33 Ом (R8) припаян непосредственно к выводу затвора этого транзистора. Это весьма важно: как наличие этого резистора, так и место его размещения. Еще важнее длина соединительных проводов ПН. Самым коротким по длине должен быть провод, соединяющий сток транзистора VT3 и трансформатора Т1 ("горячий" отвод последнего). Аналогичные требования справедливы и для соединения "холодного" вывода I обмотки трансформатора Т1 с конденсатором C5 и платой ПН.

Питание от аккумулятора подается сначала на выводы конденсатора C5, а уже потом оно поступает на плату ПН. Впоследствии непосредственно на выводах конденсатора был расположен неэлектролитический конденсатор 4,7 мкФ х 63 В (К73-17). Конструктивно ПН размещен в корпусе отслужившего свой срок сетевого феррорезонансного стабилизатора типа СН-315. Здесь же расположен и сетевой блок питания (БП). Согласитесь, что сетевой БП - очень удобная и необходимая вещь, когда ак-

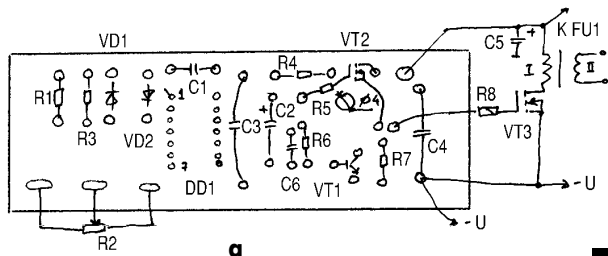
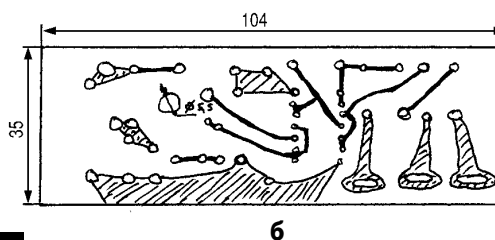


рис.2



кумулятор разряжен или его нет вовсе. Ведь не секрет, что создать ПН от сети да еще и с регулировкой яркости - дело куда сложнее, чем данный низковольтный ПН. А наша система может работать теперь как от аккумулятора, так и от сетевого БП.

О сетевом БП. Не стоит увлекаться повышением питающего напряжения. Стабилизаторы непрерывного действия понижают КПД всей системы в целом. Ключевые стабилизаторы - совсем иное дело. Но лично мне "навороты" не по душе. Я удовлетворился диодным мостиком КД213А, размещенным на стеклотекстолите (охлаждение диодам нужно иметь и при лампе ЛДС 40 Вт!). Переменное напряжение с II обмотки ~14 В. Конденсатор фильтра выпрямителя - К50-32А емкость 22,000 мкФх40 В. Для лампы ЛДС 80 Вт FU1 применяют на 10 А. Последовательно с FU1 включен амперметр на 10 А. И это не роскошь, а очень оперативный контроль за работой ПН.

О сетевом трансформаторе. Использован тороидальный магнитопровод от того же негодного СН-315. Первичная обмотка содер-

жит 946 витков провода ПЭЛШО 0,64; вторичная - 60 витков провода ПЭВ-2 Ø1,8 мм. Размеры тороидального магнитопровода: внешний Ø92,5 мм, внутренний Ø55 мм, высота 32 мм. Ток холостого хода около 10 мА (~220 В). Марка стали неизвестна. Но, судя по результатам, сталь качественная.

Налаживание. Правильно собранная, без ошибок, схема работает сразу. Но первое включение проводят от сетевого БП с обязательным ограничением тока потребления. Лучше использовать электронный ограничитель тока. Вместо конденсатора С1 временно устанавливают триммер - подстроечный конденсатор (8...30 пФ). Резистором R1 подбирают диапазоны изменения яркости в желаемых пределах. Резистор R2 устанавливают в положение, соответствующее максимальной яркости свечения ЛДС. Подбором емкости конденсатора добиваются наибольшей яркости. Конденсатор С6 подбирают из условия наибольшей устойчивости работы ПН при изменении яркости от максимального до минимального. Одновременно надо следить за нагревом теплоот-

вода транзистора VT3. Чем больше он греется, тем большая энергия аккумулятора расходуется впустую. Здесь, возможно, придется познакомиться с подбором емкости С1, С6.

Если решили установить биполярный транзистор VT3, то частоту еще придется снижать, а площадь радиатора увеличивать, так как нагрев значительно увеличится. Важную роль играет качество используемых МОП-транзисторов. Никаких утечек по затвору не должно быть вовсе. Транзистор VT1 также должно быть не низкочастотным. Кстати, вместо Ш-ферритов подходят ферриты и от строчных трансформаторов. Но предостерегаю сразу о том, что было сказано выше.

Схема работает почти со всеми (без балластов) ЛДС. Необходимо лишь обеспечить ограничение по мощности, а то, ведь, ЛДС тоже выходят из строя при больших перегрузках (чаще при пуске). Для пуска лампы на малой мощности предусмотрен кнопочный выключатель, контакты которого на время пуска замыкают соответствующие отводы резистора R2 (на схеме не показан).

Продление жизни лампы дневного света

К.В.Коломойцев, г.Ивано-Франковск

В [1,2] описаны схемы, которые позволяют продлить жизнь лампы дневного света (ЛДС). Они, безусловно, заслуживают внимания, привлекают своей простотой, доступностью и могут быть рекомендованы для повторения. Но при повторении этих схем нужно иметь в виду, что нить накаливания ЛДС, которая остается "живой", работает с перегрузкой, поскольку перегоревшая нить накаливания шунтирована "проволочной перемычкой". Такой форсированный режим работы лампы из-за уменьшения сопротивления цепи нити накаливания в два раза приводит к ее быстрому износу, и она выходит из строя. Кроме того, схема "реанимации", приведенная в [2], требует дополнительной установки пусковой кнопки, поэтому при управлении ЛДС с помощью настенного выключателя возникает проблема - где же разместить эту пусковую кнопку, чтобы включать лампу, установленную на потолке?

В схеме "реанимации", которая показана на рис.1, этих недостатков нет. Как видно из рис.1, перегоревшая нить накала ЛДС шунтирована не перемычкой, а проволочным резистором, сопротивление которого равно холодному сопротивлению нити накала. Для ламп мощностью 20 и 30 Вт (ЛБК22, ЛБУ30) это сопротивление составляет 2...3 Ом. Проволочный резистор R1 выполнен на резисторе типа ВС-0,25 10 кОм и состоит из 2-3 витков нихромового провода диаметром 0,15...0,2 мм.

В качестве резистора R1 очень удобно использовать переменный проволочный резистор типа СП5-28А номиналом 33 Ом или подобные ему, подбирая при наладке величину его сопротивления так, чтобы нить накаливания ЛДС не перегружалась (при пуске она должна быть красного или розового цвета при уверенном зажигании лампы). При наладке схемы необходимо также учитывать рекомендации [1], которые обеспечивают уверенное зажигание ЛДС.

Чтобы больше приблизить работу ЛДС во время ее пуска к работе с целыми нитями накаливания, последовательно с "холодным" сопротивлением резистора R1 включают три параллельно соединенные лампочки накаливания типа МН13,5-0,18 (с напряжением 13,5 В и током 0,18 А). Вольт-амперная характеристика (ВАХ) их такая же, как и ВАХ нити накаливания ЛДС. Вместо этих трех лампочек можно использовать одну автомобильную лампу 12 В х 6 св.

Однако при "реанимации" могут быть случаи, когда добиться нормальной работы ЛДС с помощью схемы рис.1 не удается. Лампа загорается тяжело и мигает с частотой 25 Гц, несмотря на все хитрости, указанные в [1]. Это мигание не устраняется и при вынутом стартере SF1 и сопровождается повышенным нагревом дросселя. Такая работа лампы объясняется тем, что она перешла в однополупериодный режим работы из-за потери эмиссии одним из электродов, т.е. лампа работает как диод, пропуская ток только в одном направлении, в результате через дроссель течет постоянная составляющая выпрямленного тока, что и вызывает его нагрев.

В данном случае обеспечить нормальную работу ЛДС непосредственно от сети переменного тока не удастся. Но оживить лампу можно и в этом случае, она может еще надежно поработать, если перевести ее на питание током одного направления, соединив ее с выходом однополупериодного выпрямителя. На рис.2 показана такая схема включения. Работа лампы по этой схеме подобна работе лампы по рис.1 за исключением того, что по ней течет однонаправленный ток с частотой 100 Гц, при этом целая нить накаливания выполняет функцию катода лампы, а поврежденная - анода.

В качестве диодов моста VD1...VD4 можно использовать сборки типов КЦ402...КЦ405 на 600 В и ток 1 А для ЛДС мощностью 20, 30, 40 и 65 Вт. Очень удобна сборка типа КЦ404, которая имеет держатель предохранителя.

Литература

1. Ховайко В. Восстановление люминесцентных ламп//Радио. - 1997. - №7. - С.37.
2. Есеркенов К. Способ "реанимации" ламп дневного света//Радио. - 1998. - №2. - С.61.

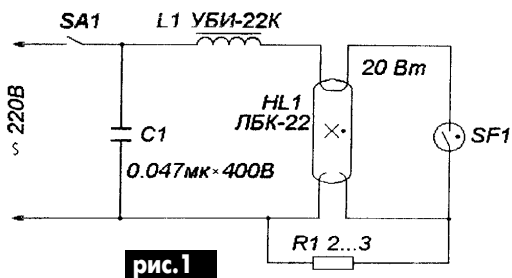


рис. 1

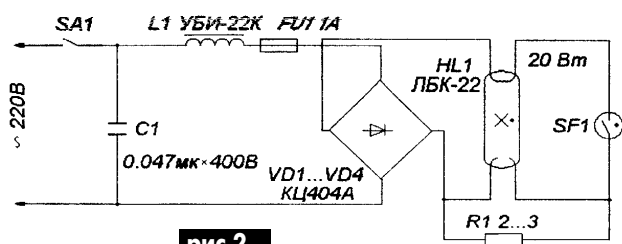


рис. 2

Серийно выпускаемые асинхронные двигатели (АД), которыми оснащены все современные предприятия, содержат три набора фазных обмоток, которые сдвинуты между собой на 120°. Такая конструкция обусловлена повсеместно распространенной трехфазной системой переменного тока, предложенной М.О.Доливо-Добровольским.

Современные исследования показали, что наиболее эффективной является четырехфазная система электроснабжения переменного тока. Если бы существующую систему электроснабжения преобразовать в четырехфазную, то при той же полезной работе можно было бы снизить электроэнергию, потребляемую АД. Но в реально существующих сетях выполнить подобный переход невозможно.

В локальных масштабах четырехфазная система электроснабжения переменного

Характеристики асинхронных двигателей с совмещенными обмотками

Д.А.Дуюнов, А.В.Пижанков, С.Н.Левачков, М.Ю.Рунов, г.Стаханов, Луганская обл.

тока широко используется в современном оборудовании, к которому предъявляются высокие требования по эффективности использования электроэнергии и по уровням шумов. Столь высокие параметры четырехфазная система обеспечивает за счет оптимального угла сдвига фаз 90°.

Для того чтобы в серийных АД получить угол сдвига фаз не 120°, а 90°, между фазными обмотками Н.В.Ялвегой было предложено устанавливать в АД совмещенные ортогональные обмотки. При этом характеристики АД с совмещенными обмотками по своим параметрам приближаются к характеристикам четырехфазных АД.

АД с совмещенными обмотками по сравнению с серийными имеют меньшие пусковые токи; повышенный пусковой момент; механи-

ческую характеристику, близкую к экскаваторной; более высокий КПД и cosφ в широком диапазоне нагрузок; меньший уровень электромагнитных и механических шумов; меньший нагрев; пониженное потребление электроэнергии.

Снижение уровня электромагнитных механических шумов и вибрации обусловлено тем, что совмещенные обмотки подавляют нечетные высшие гармоники поля и токов. Улучшена форма поля в воздушном зазоре и магнитопроводах. За счет большего секционирования усилена изоляция обмоток и уменьшено межвитковое напряжение. Для высоковольтных АД повышена стойкость к коронированию в лобовых частях.

Совмещенные обмотки можно установить практически на любой трехфазный АД в процессе капремонта или изготовления. Такую работу можно выполнять в условиях действующих предприятий в ходе ремонта эксплуатируемого парка АД. Такая модернизация для предприятия безболезненна и не требует значительных капитальных затрат. В то же время, модернизировав наиболее энергоемкие АД, предприятия в кратчайшие сроки имеют возможность снизить потребление электроэнергии. Это наиболее дешевый способ добиться экономии электроэнергии. Внедрение других энергосберегающих технологий требует привлечения более значительных средств.

Приведенные ниже характеристики снялись для двух двигателей, прошедших капитальные ремонты после выгорания обмоток. На одном смонтировали стандартные обмотки, на втором - совмещенные. Измерения проводили в специализированной лаборатории Электромеханического завода им.К.Маркса.

На **рис.1** приведены характеристики холостого хода, на **рис.2** - характеристики короткого замыкания, на **рис.3** - характеристики коэффициентов мощности, на **рис.4** - характеристика мощности в режиме короткого замыкания, на **рис.5** - характеристика мощности в режиме холостого хода (1 - АД со стандартными обмотками; 2 - АД с совмещенными обмотками).

В зависимости от типа, мощности и оборотов модернизируемого АД улучшение параметров колеблется от 10 до 50%. За годы выпуска модернизированных двигателей ни один из них не сгорел.

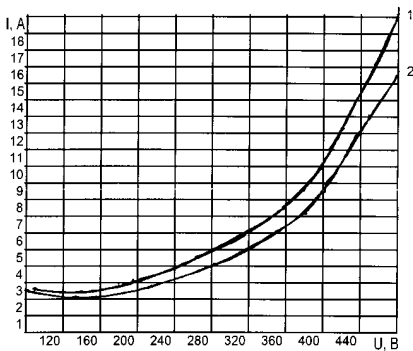


рис.1

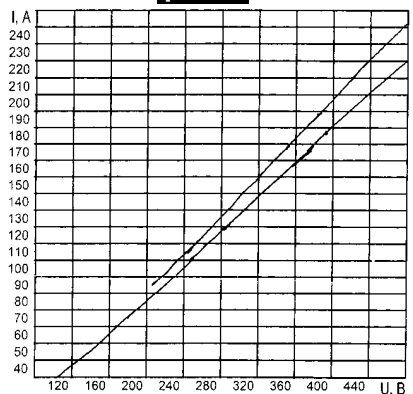


рис.2

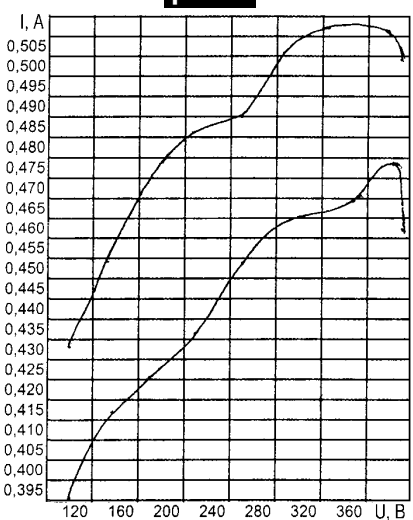


рис.3

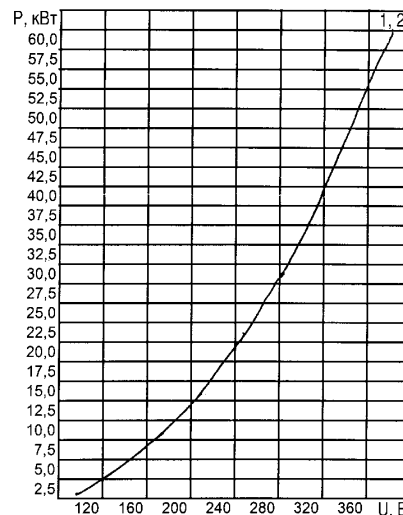


рис.4

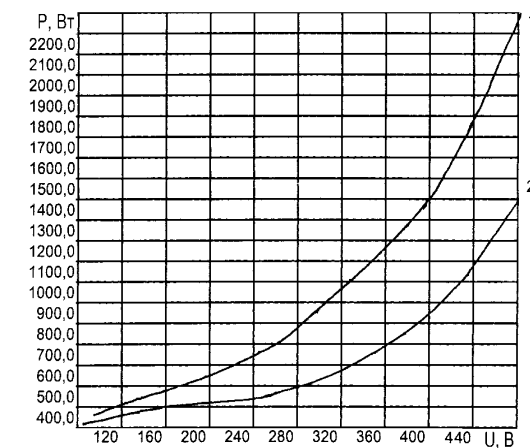
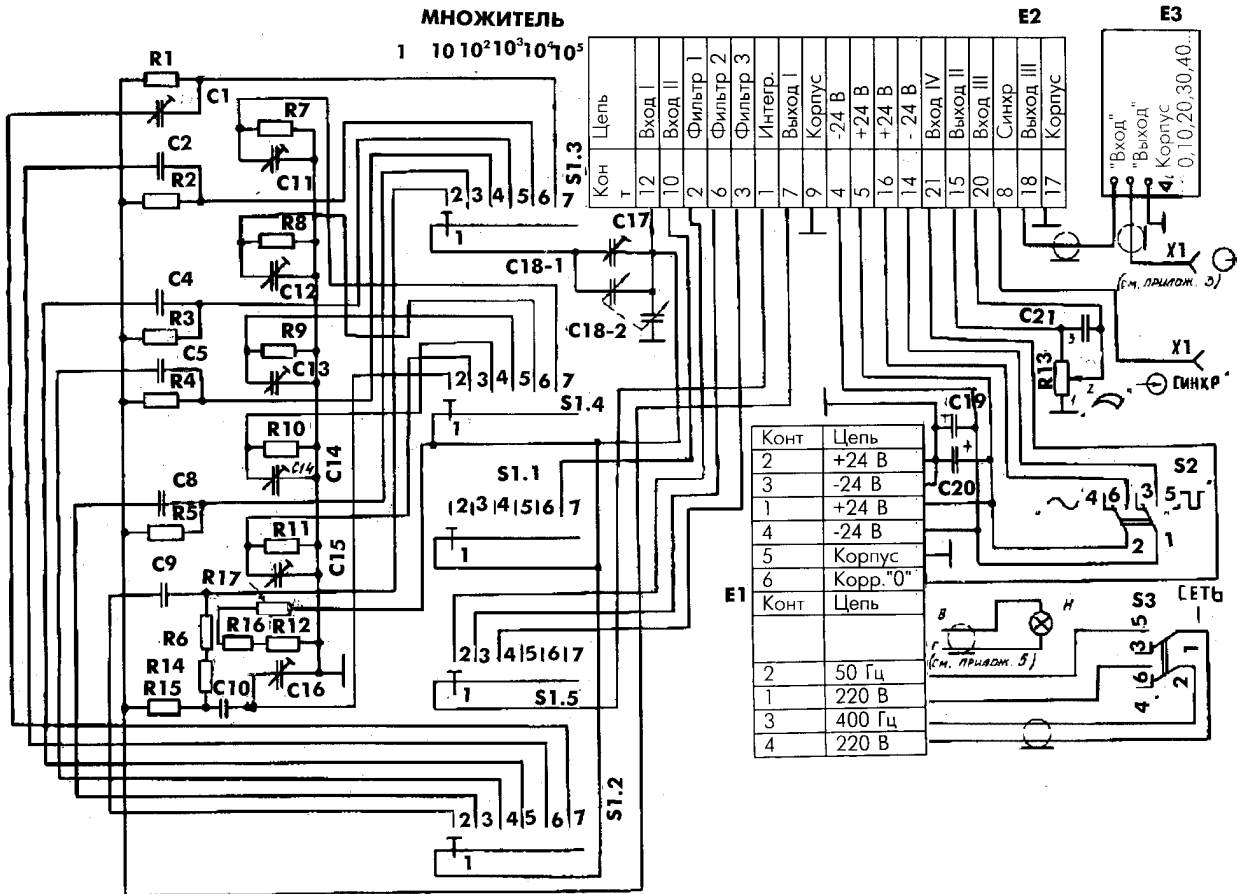


рис.5

Электрическая принципиальная схема генератора сигналов низкой частоты ГЗ-112



Поз. обозначение **Наименование**

Конденсаторы

C1	КТ4-21а-1/5 пФ
C2	К10-26-34,8 пФ±1%
C4	К10-26-38,3 пФ±1%
C5	К10-26-39,2 пФ±1%
C8	К10-26-40,2 пФ±1%
C9	К10-26-43,2 пФ±1%
C10	КТ-1-М47-2,2 пФ±0,4-1
C11-C14	КТ4-21а-4/20 пФ

C15-C17	КТ4-21а-2/10 пФ
C18	КП2 16/700
C19, C20	К50-6-III-50 В-500 мкФ
C21	КТ-1-М47-8,2 пФ±10%-1
E1	Блок питания
E2	Блок питания
E3	Аттенуатор
H	Лампа накаливания СМН-6-80-2

Резисторы

R1	C2-29В-0,125-252 Ом±0,25%-1,0-Б
R2	C2-29В-0,125-2,52 кОм±0,25%-1,0-Б
R3	C2-29В-0,125-24,9 кОм±0,25%-1,0-Б
R4	C2-29В-0,125-24,9 кОм±0,25%-1,0-Б

R5	C2-29В-0,5-2,49 МОм±0,25%-0,5-Б
R6	C2-29В-2-10 МОм±0,5%-1,0-Б
R7	C2-29В-0,125-252 Ом±0,25%-1,0-Б
R8	C2-29В-0,125-24,9 кОм±0,25%-1,0-Б
R9	C2-29В-0,125-24,9 кОм±0,25%-1,0-Б
R10	C2-29В-0,125-252 кОм±0,25%-1,0-Б
R11	C2-29В-0,5-2,77 МОм±0,25%-0,5-Б
R12	C2-29В-2-10 МОм±0,5%-1,0-Б
R13	СП4-1а-0,5-470 Ом-ВС-2-16
R14-R17	C2-29В-2-10 МОм±0,5%-1,0-Б
S1	Переключатель ПГМ-6П5Н-IV-9
S2, S3	Тумблер ТЗ
X1	Розетка приборная СР-50-73Ф

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

Высылаю анкету журнала "Электрик". Скажу откровенно, самым трудным вопросом в анкете был вопрос о наилучших статьях года. Немного подумав, решил выделить статьи, в которых описаны самые необходимые вещи.

Перечитывая "Электрик" №2 за 2002 г., заинтересовался статьей постоянного автора журнала Ю.Бородатого "Охраняет электричество". Безусловно, его статьи достойны всех похвал. По-сути, это народный автор, так как большинство его статей написаны по следам доморощенных народных изобретателей. И в этой статье он затронул актуальную тему. Хочу рассказать вам настоящую правду про данный тип сигнализации.

В последние годы нашу страну охватил настоящий бум заготовки разного типа металлов. Большие ставки были сделаны на цветные металлы, и они себя оправдали. Сначала

все собиралось на мусорниках и свалках. Когда эти места были вычищены, а желание сохранилось, и металла требовалось все больше, то начались мелкие кражи, которые со временем превратились в настоящие зачистки предприятий, организаций и населения.

Чтобы как-то защитить имущество от так называемых "металлистов", народные умельцы начали придумывать и изготавливать самодельные системы сигнализации. У одних получалось очень неплохо, у других из-за отсутствия средств и комплектующих выходило хуже, потому что практически все приходилось делать из подручных материалов. К таким и относятся работники АТС, которые разработали сигнализацию, описанную в статье "Охраняет электричество".

Действительно, данная система сигнализации эффективно срабатывает при открытии дверей в помещении АТС. Зная прин-

цип действия, "металлисты" довольно быстро нашли способ, как обойти такую сигнализацию. Они не открывали дверь сразу, а с помощью стамески скалывали паз в дверях, вынимали с нижнего конца дверей выфрезерованную доску. Вход в АТС открыт! Теперь можно выносить дорогостоящий металл, который оберегали таким простым способом.

Так, экономя на сигнализации, мы теряем дорогое имущество. Поэтому предлагаю тему для всех авторов журналов "Электрик", "Радиоаматор", "Конструктор": "Сигнализация на все случаи жизни". В своих разработках аматоры должны предлагать системы, имеющие существенные преимущества над той, которая описана в статье "Охраняет электричество", и исключили бы все способы проникновения в помещение злоумышленников.

Р.А.Максименко, Винницкая обл.

Схема электрическая принципиальная

Перечень элементов электрической принципиальной схемы блока генератора 3.506

Поз. обозначение Наименование

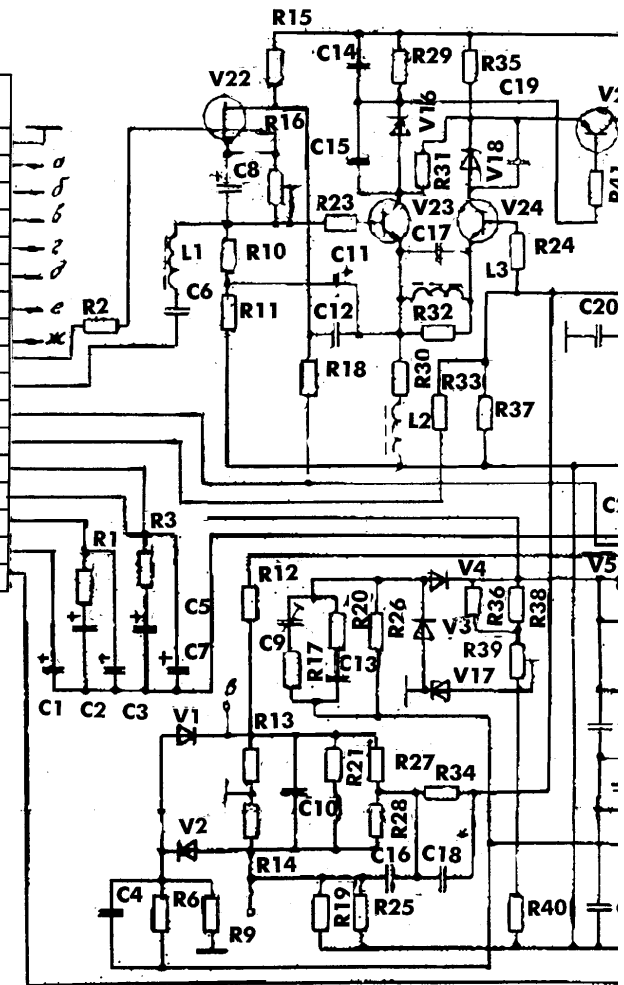
Конденсаторы

C1	K50-6-1-16 B-30 мкФ
C2	K50-6-1-6,3 B-100 мкФ
C3	K50-6-1-16 B-30 мкФ
C4	KM-56-M47-220 пФ±10%
C5	K50-6-1-6,3 B-200 мкФ
C6	KM-6-H90-0,47 мкФ
C7, C8	K50-6-1-6,3 B-100 мкФ
C9	KT4-216-1/5 пФ
C10	KM-56-M47-220 пФ±10%
C11	K50-6-1-6,3 B-100 мкФ
C1E2	KM-56-M1500-1000 пФ±20%
C13	KT-1-M47-2,2 пФ±0,4-1
C14	KM-56-M1500-1000 пФ±20%
C15	KM-56-H90-0,1 мкФ
C16	KT-1-M47-3,3 пФ±0,4-1
C17	KT-1-M47-8,2 пФ±10%-1
C18	KT-1-M47-2,2 пФ±0,4-1
C19...C21	KM-56-H90-0,1 мкФ
C22	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C23	KM-6-H90-1 мкФ
C24	KM-56-H90-0,1 мкФ
C25	K50-6-1-16 B-30 мкФ
C26	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C27	KM-56-H90-0,1 мкФ
C28	K50-6-1-6,3 B-500 мкФ
C29	KM-56-H90-0,1 мкФ
C30	KT-1-M47-1 пФ±0,4-1
C31	KT-1-M47-6,8 пФ±10%-1
C32	KM-56-H90-0,1 мкФ
C33	KM-56-M47-220 пФ±10%
C34	KM-56-H90-0,1 мкФ
C35	KT-1-M47-5,6 пФ±10%-1
C36	KM-56-M1500-1000 пФ±20%
C38, C39	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C40	KT-1-M47-8,2 пФ±10%-1
C41	K50-6-1-50 B-1 мкФ
C42	KT-1-M47-1 пФ±0,4-1
C43, C44	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C45	KT4-216-2/10 пФ-В
C46	KT-1-M47-10 пФ±10%-1
C47, C48	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C49	KM-56-M47-82 пФ±10%
C50, C51	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C52	K50-6-1-50 B-1 мкФ
C53	KM-56-M47-82 пФ±10%
C54	K50-6-1-6,3 B-500 мкФ
C55	KM-6-H90-0,47 мкФ-Б
C56	KT-1-M47-3,9 пФ±0,4-1
K1, K2	Реле РПА-12 Бг4.521.015-01
L1	Дроссель высокочастотный ДМ-3-1±0,4
L2	Дроссель высокочастотный ДМ-0,1-50±5%
L3	Индуктивность 0,9 мкГн±10%
L4	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-50 мкГн±5%
L5	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-30 мкГн±5%
L6	Дроссель высокочастотный ДМ-2,4-4±10%
L7	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-25±5%
L8	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-22±5%

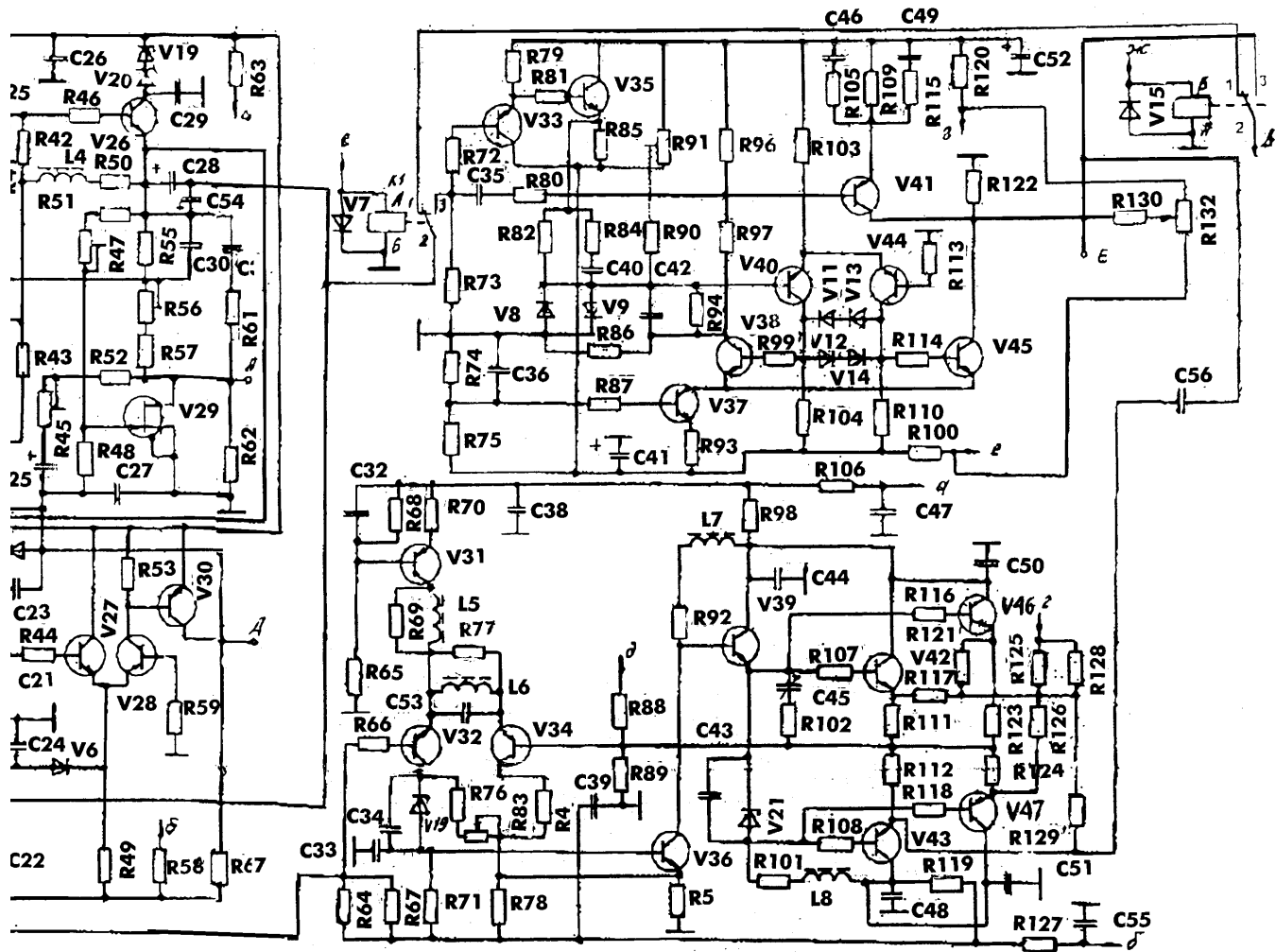
Резисторы

R1	ОМЛТ-0,25-3 кОм±5%
R2	ОМЛТ-0,25-100 кОм±5%
R3	ОМЛТ-0,25-4,3 кОм±5%
R4	ОМЛТ-0,25-560 Ом±5%
R5	ОМЛТ-0,5-1 кОм±5%
R6	ОМЛТ-0,25-510 Ом±5%
R9	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм±5%
R10, R11	ОМЛТ-0,25-10 кОм±5%
R12	C2-29B-0,125-11,3 кОм±1%-1,0-Б
R13, R14	C2-29B-0,125-2,21 кОм±1%-1,0-Б
R15	ОМЛТ-0,25-5,1 кОм±5%
R16	СП4-1В-3,3 кОм
R17	ОМЛТ-0,25-1 кОм±5%
R18	ОМЛТ-0,25-10 кОм±5%
R19	ОМЛТ-0,25-12 кОм±10%
R20	ОМЛТ-0,25-20 кОм±5%
R21	ОМЛТ-0,25-27 кОм±5%
R23, R24	ОМЛТ-0,25-100 Ом±5%
R25	ОМЛТ-0,25-270 кОм±10%
R26	C2-29B-0,125-1 кОм±1%-1,0-Б
R27, R28	ОМЛТ-0,25-10 кОм±5%
R29	ОМЛТ-0,25-18 кОм±5%
R30	ОМЛТ-2-620 Ом±5%
R31	ОМЛТ-0,25-470 Ом±5%
R32	ОМЛТ-0,25-100 Ом±5%
R33	ОМЛТ-0,25-51 кОм±5%
R34	ОМЛТ-0,25-30 кОм±5%
R35	ОМЛТ-1-200 Ом±5%
R36	ОМЛТ-0,25-6,2 кОм±5%
R37	ОМЛТ-0,25-51 кОм±5%
R38	ОМЛТ-0,25-43 кОм±10%
R39	СП4-1В-3,3 кОм
R40	ОМЛТ-0,25-3,6 кОм±10%
R41	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%
R42	ОМЛТ-0,5-3 кОм±5%
R43	ОМЛТ-0,25-10 Ом±10%
R44	ОМЛТ-0,25-330 Ом±10%
R45	СП4-1В-3,3 кОм
R46	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%
R47	СП4-1В-68 кОм
R48	ОМЛТ-0,25-2 кОм±5%
R49	ОМЛТ-0,25-56 кОм±5%

R50	ОМЛТ-2-430 Ом±5%
R51	ОМЛТ-0,25-62 кОм±10%
R52	ОМЛТ-0,25-430 Ом±10%
R53	ОМЛТ-0,25-5,1 кОм±5%
R55	C2-29B-0,125-2 кОм±1%-1,0-Б
R56	СП4-1В-1 кОм
R57	ОМЛТ-0,25-470 Ом±5%
R58	C2-10-0,25-1 Ом±1%
R59	ОМЛТ-0,25-330 Ом±10%
R60	ОМЛТ-0,25-2,7 кОм±10%
R61	ОМЛТ-0,25-2 кОм±5%
R62	ОМЛТ-0,25-330 Ом±5%
R63	C2-10-0,25-1 Ом±1%-В
R64	ОМЛТ-0,25-680 кОм±10%
R65	ОМЛТ-0,25-820 Ом±10%
R66	ОМЛТ-0,25-1,2 кОм±10%
R67	ОМЛТ-0,25-180 кОм±10%
R68	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм±5%
R69	ОМЛТ-0,25-510 Ом±5%
R70	ОМЛТ-1-470 Ом±5%
R71	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%
R72	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%
R73	ОМЛТ-0,25-470 Ом±10%
R74	ОМЛТ-0,25-3,6 кОм±5%
R75	ОМЛТ-0,25-5,6 кОм±10%
R76	ОМЛТ-0,25-560 Ом±5%
R77	ОМЛТ-0,25-100 Ом±5%
R78	ОМЛТ-1-130 Ом±5%



блока генератора 3.506 ГЗ-112

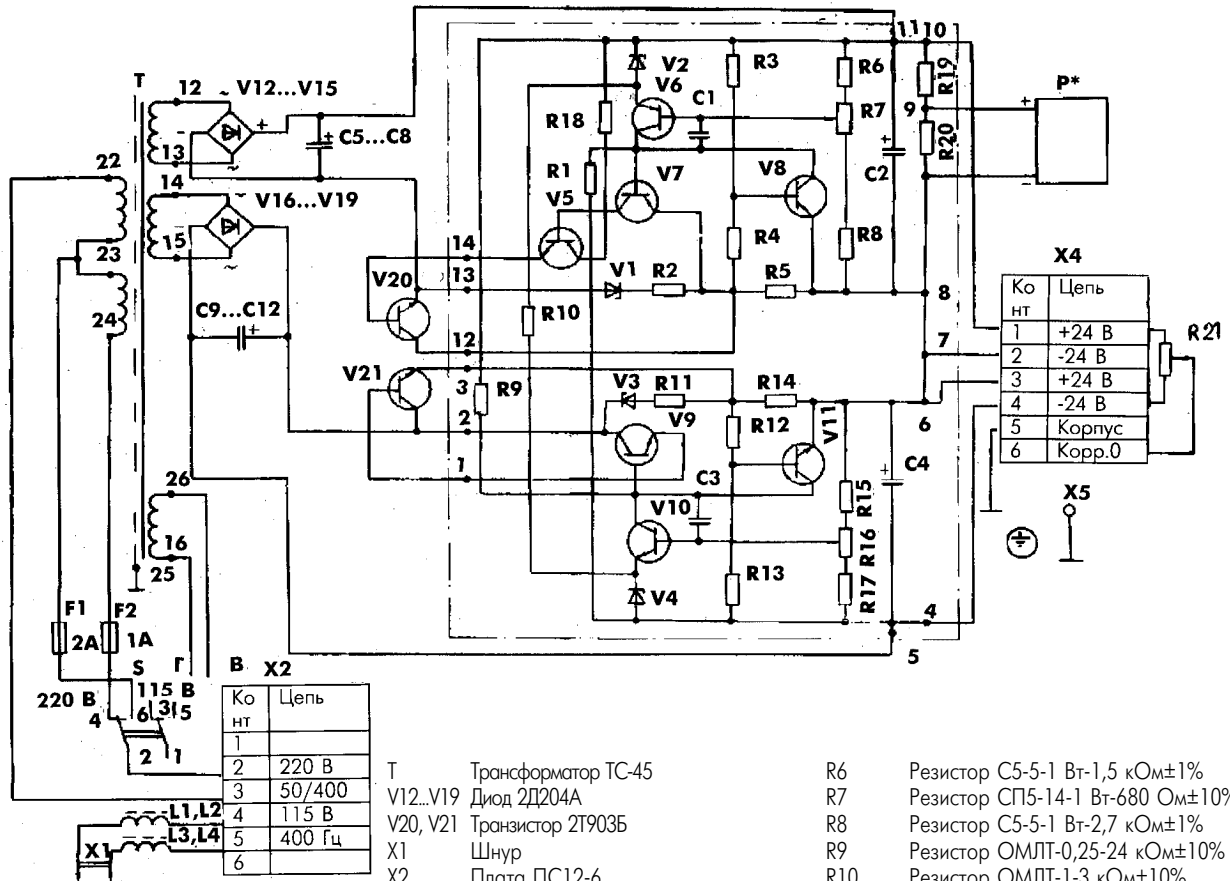


R79	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10%	R109	ОМЛТ-0,25-1,6 кОм±5%	V20	Стабилитрон 2С447А
R80	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	R110	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10%	V21	Стабилитрон 2С456А
R81	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%	R111, R112	С2-29В-0,125-4,02 кОм±1%-1,0-Б	V22	Транзистор 2П303В
R82	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10%	R113	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	V23, V24	Транзистор 2Т325В
R83	СП3-19α-0,5-220 Ом±10%	R114, R115	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%	V25	Транзистор 2Т326Б
R84	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10%	R116	ОМЛТ-0,25-8,2 Ом±10%	V26, V27	Транзистор 2Т301Д
R85	ОМЛТ-0,25-3,9 кОм±10%	R117	С2-29В-0,5-49,9 Ом±0,25%-1,0-Б	V28	Транзистор 2Т904А
R86	ОМЛТ-0,25-470 Ом±10%	R118	ОМЛТ-0,25-8,2 Ом±10%	V29	Транзистор 2П303Е
R87	ОМЛТ-0,25-100 кОм±10%	R119, R120	С2-10-0,25-1 Ом±1%-В	V30, V31	Транзистор 2Т313Б
R88	ОМЛТ-0,25-15 кОм±5%	R121	С2-29В-0,5-49,9 Ом±0,25%-1,0-Б	V32	Транзистор 2Т326Б
R89	С2-29В-0,125-432 Ом±1%-1,0-Б	R122	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм±5%	V33	Транзистор 2Т313Б
R90	ОМЛТ-0,25-47 кОм±10%	R123, R124	С2-29В-0,125-4,02 кОм±1%-1,0-Б	V34	Транзистор 2Т326Б
R91	СП4-1В-22 кОм	R125	С2-29В-0,5-75 Ом±0,25%-1,0-Б	V35	Транзистор 2Т608Б
R92	ОМЛТ-0,25-1,2 кОм±5%	R126	С2-29В-0,5-49,9 Ом±0,25%-1,0-Б	V36	Транзистор 2Т928Б
R93	ОМЛТ-0,25-750 Ом±5%	R127	С2-10-0,25-1 Ом±1%-В	V37	Транзистор 2Т608Б
R94	ОМЛТ-0,25-22 кОм±10%	R128	С2-29В-0,5-75 Ом±0,25%-1,0-Б	V38	Транзистор 2Т325В
R96	ОМЛТ-0,25-2 кОм±5%	R129	С2-29В-0,5-49,9 Ом±0,25%-1,0-Б	V39	Транзистор 2Т904А
R97	ОМЛТ-0,25-1,1 кОм±5%	R130	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	V40, V41	Транзистор 2Т326Б
R98	С2-10-0,25-1 Ом±1%-В	R132	СП4-1В-22 кОм	V42	Транзистор 2Т904А
R99	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10%			V43	Транзистор 2Т914А
R100	С2-10-0,25-1 Ом±1%-В			V44	Транзистор 2Т326Б
R101	ОМЛТ-0,25-390 Ом±5%			V45	Транзистор 2Т325Б
R102	ОМЛТ-0,25-100 Ом±5%			V46	Транзистор 2Т904А
R103	ОМЛТ-0,25-2 кОм±10%			V47	Транзистор 2Т914А
R104	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10%				
R105	ОМЛТ-0,25-620 Ом±5%				
R106	С2-10-0,25-1 Ом±1%-В				
R107, R108	ОМЛТ-0,25-8,2 Ом±10%				

Полупроводниковые приборы

V1...V9	Диод 2Д522Б
V10	Стабилитрон 2С447А
V11...V15	Диод 2Д522Б
V16	Стабилитрон 2С175Ж
V17	Стабилитрон 2С168А
V18	Стабилитрон 2С468А
V19	Стабилитрон 2С182Ж

Электрическая принципиальная схема блока питания



Поз. обозначение - Наименование

- C5...C12 K50-20-100-200
- F1 Вставка плавкая ВП1-1 2,0 А 250 В
- F2 Вставка плавкая ВП1-1 1,0 А 250 В
- L1... L4 Дроссель высокочастотный ДМ-0,6 50±5%
- P Счетчик ЭСВ-2,5-12,6-1
- R19 Резистор ОМЛТ-0,25-1,13 кОм±2%
- R20 Резистор ОМЛТ-0,25-1,27 кОм±2%
- R21 Резистор СП4-1а-0,5-6,8 кОм-А-BC-2-12
- S Тумблер ТЗ

- T Трансформатор ТС-45
- V12...V19 Диод 2Д204А
- V20, V21 Транзистор 2Т903Б
- X1 Шнур
- X2 Плата ПС12-6
- X3 Плата ПС12-4
- X4 Плата ПС12-6
- X5 Клемма КР116

Стабилизатор напряжения

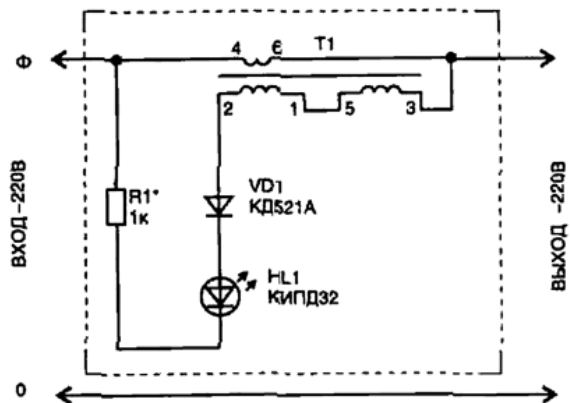
- C1 Конденсатор КМ-5а-М47-560 пФ±10%
- C2 Конденсатор К50-6-И-50 В-100 мкФ
- C3 Конденсатор КМ-5а-М47-560 пФ±10%
- C4 Конденсатор К50-6-И-50 В-100 мкФ
- R1 Резистор ОМЛТ-0,25-24 кОм±10%
- R2 Резистор ОМЛТ-2-1 кОм±10%
- R3 Резистор ОМЛТ-0,25-22 кОм±10%
- R4 Резистор ОМЛТ-0,25-820 Ом±10%
- R5 Резистор ОМЛТ-2-В-1 Ом±5%-А

- R6 Резистор С5-5-1 Вт-1,5 кОм±1%
- R7 Резистор СП5-14-1 Вт-680 Ом±10%
- R8 Резистор С5-5-1 Вт-2,7 кОм±1%
- R9 Резистор ОМЛТ-0,25-24 кОм±10%
- R10 Резистор ОМЛТ-1-3 кОм±10%
- R11 Резистор ОМЛТ-2-В-1 кОм±10%-А
- R12 Резистор ОМЛТ-0,25-820 Ом±10%
- R13 Резистор ОМЛТ-0,25-22 кОм±10%
- R14 Резистор ОМЛТ-2-В-1 Ом±5%-А
- R15 Резистор С5-5-1 Вт-2,7 кОм±1%
- R16 Резистор СП5-14-1 Вт-680 Ом±10%
- R17 Резистор С5-5-1 Вт-1,5 кОм±1%
- R18 Резистор ОМЛТ-1-3 кОм±10%
- V1 Стабилитрон Д814Д
- V2 Стабилитрон Д818Д
- V3 Стабилитрон Д814Д
- V4 Стабилитрон Д818Д
- V5 Транзистор 2Т608Б
- V6...V8 Транзистор 2Т208Д
- V9...V11 Транзистор 2Т608Б

СЕТЕВОЙ СИГНАЛИЗАТОР (<http://www.radioman.ru>)

Предлагаемое устройство напомнит о том, что уходя из квартиры, нужно выключить свет и бытовые приборы. В схеме, приведенной на рисунке, светодиод будет светиться только в том случае, если в сетевой цепи протекает ток. Как правило, в современных квартирах имеется не менее двух контуров подводки напряжения. Несложно такую схему установить на каждый контур. Для питания холодильника нужно проложить отдельные провода от щитка. Светодиод нужно разместить возле входной двери. Приведенная схема имеет порог чувствительности 40 Вт, поэтому работа приборов (телевизор, часы) в дежурном режиме не вызывает свечения индикатора.

Для изготовления трансформатора тока Т1 взят унифицированный телефонный трансформатор, с каркаса которого снята верхняя обмотка и на ее месте (4-6) намотаны витки до заполнения свободного места проводом ПЭЛ-2 диаметром 1 мм. В этом случае Т1 позволяет пропускать через себя ток до 15 А (мощность 3 кВт).



ПУСКАТЕЛИ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПЭ-001...ПЭ-004

Ю.И.Ремезовский, г.Киев

Пускатели электронные типов ПЭ-001...ПЭ-004 предназначены для пуска однофазных и трехфазных двигателей от однофазной сети без конденсаторов. Пускатели рекомендуется использовать в механизмах с вентиляторным моментом. Основу пускателей составляет электронный преобразователь фаз одноканальный А1 или двухканальный А2, которые поставляют самостоятельно

или встроенными в корпус ПНВС-10У2 согласно **таблице**.

Пускатели ПЭ-001, ПЭ-002 имеют встроенный резистор для сдвига фазных токов во времени. В пускателях ПЭ-003, ПЭ-004 преобразователь фаз и резистор встроены в ПНВС-10У2.

Схемы подключения двигателей:

рис.1 - однофазного последовательного; **рис.2** - однофазного параллель-

ного; **рис.3** - трехфазного соединенного треугольником; **рис.4** - реверсивная однофазного последовательного; **рис.5** - реверсивная однофазного параллельного; **рис.6** - реверсивная соединенного треугольником; **рис.7** - двух однофазных двигателей; **рис.8** - трехфазного соединенного звездой; **рис.9** - трехфазного с разомкнутой звездой.

Наибольшим пусковым моментом при наименьшем рабочем токе обладает схема рис.9. В этой схеме преобразователь фаз в обмотке фазы А осуществляет "индуктивный" сдвиг, а для фазы В - "емкостной". В схеме рис.8 ПНВС-10У2 заменен вилкой ХР и кнопкой SB. Для запуска двигателя нажимают кнопку и включают вилку в розетку. После запуска двигателя кнопку отключают.

Обозначения на схемах: SQ - пускатель ПНВС-10У2; SA, SB - переключатели и кнопки (в поставку не входят); А1 - преобразователь фаз одноканальный; А2 - преобразователь фаз двухканальный; М - электродвигатель.

Для запуска двигателя резистор R устанавливают в правое крайнее положение и нажимают кнопку SQ "Пуск". При нажатой кнопке резистором R подбирают необходимый пусковой момент и время пуска. Кнопку "Пуск" необходимо удерживать нажатой не более 5 с, так как при нажатой кнопке всегда текут пусковые токи независимо от оборотов двигателя. После запуска резистор R фиксируют, при последующих запусках резистором не пользуются.

Следует помнить, что при включении все выводы пускателя находятся под напряжением сети, поэтому ПЭ-001, ПЭ-002 лучше установить в клеммник двигателя, который необходимо заземлить.

На **рис.10** приведен габаритный чертеж пускателя. Обозначение электродов: 1 - общий; 2 - управление; 3 - выход первого канала; 4 - выход второго канала.

Контактный телефон производителя можно узнать в редакции.

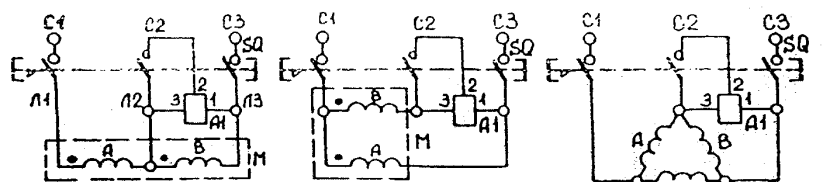


рис.1

рис.2

рис.3

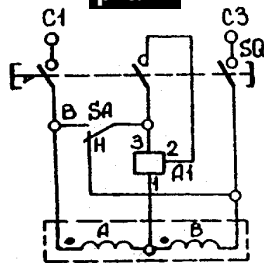


рис.4

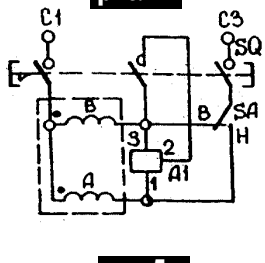


рис.5

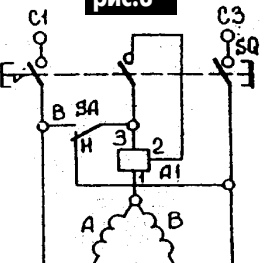


рис.6

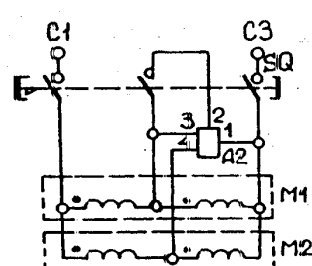


рис.7

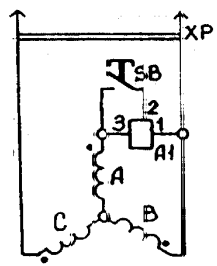


рис.8

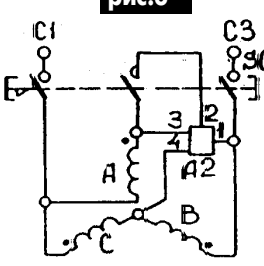


рис.9

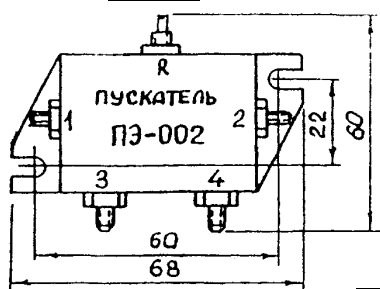
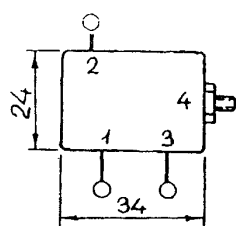


рис.10



Тип пускателя	Одноканальный преобразователь А1	Двухканальный преобразователь А2	Время пуска не более, с	Мощность двигателя не более, кВт	ПНВС-10У2
ПЭ-001	+	-	3	2,5	-
ПЭ-002	-	+	3	2,5	-
ПЭ-003	+	-	3	2,5	+
ПЭ-004	-	+	3	2,5	+

Геотермальная энергия и ее использование

(По материалам журнала "Зеленая энергетика")

В Украине значительные запасы термальных вод есть в Закарпатье, Прикарпатье, Крыму и других регионах. Их уже сегодня рентабельно использовать не только для теплоснабжения потребителей, но и для производства электроэнергии. Цены на энергоносители и перспективы их увеличения делают экономически выгодным строительство геотермальных электростанций в указанных регионах в ближайшем будущем.

Геотермальная энергия - один из перспективных видов энергии, поэтому ее давно и широко используют Исландия, США, Новая Зеландия, Франция, Венгрия и многие другие страны. Во Франции 70 геотермальных установок обеспечивают теплом 800 тыс. человек населения.

Геотермальные воды характеризуются многими факторами, в частности, по температуре их делят на слаботермальные (до 40°C), высокотермальные (60-100°C), перегретые (свыше 100°C). Они различаются и по минерализации, кислотности, газовому составу, давлению, глубине залегания.

Самым простым и экономичным решением является непосредственное использование геотермальных вод потребителями: не нужно ставить дополнительные теплообменники и экономится вода. Но этот способ пригоден тогда, когда вода соответствует стандарту питьевой. Горячая вода из скважины предварительно собирается в резервуар, из которого подается потребителям насосами. Регулируют отпуск тепла в системе отопления с помощью регуляторов отопления. При температуре 50-70°C увеличивают площадь обогревательных приборов. Отработанную воду в этой схеме можно спускать в окружающую среду без очистки - она соответствует санитарным нормам.

На **рисунке** показана схема обогрева с помощью геотермального источника, где 1 - источник горячей воды; 2 - водоразборные краны; 3 - сборный бак; 4 - спускатель воздуха; 5 - обогревательные приборы; 6 - дополнительный подогреватель; 7 - регулятор расхода воды; 8 - насос подачи; 9 - смешивающий насос; 10 - подъемник.

Самым перспективным способом отбора глубинного тепла является создание подземных систем циркуляции с полным или частичным возвратом отработанной воды в продуктивные пласты. Эти системы предотвращают истощение запасов геотермальных вод, поддерживают гидравлическое равновесие в подземных слоях, не загрязняют окружающую среду в местах расположения геотермальных объектов.

Для улучшения энергоснабжения в Крыму запланировано строительство геотермальных электростанций мощностью по 6 МВт в западной части полуострова, где на глубине 4 км есть

вода с температурой 250°C, общая мощность составит почти 100 МВт. Значительные запасы геотермальной энергии есть в Закарпатье. Прогнозированный забор термальных вод здесь составит 15 млн. м³ в год. Глубина залегания запасов термальных вод от 1200 до 2000 м. На сегодня в г.Берегово используют две скважины глубиной 800 и 970 м с выходом минеральной воды температурой +58°C.

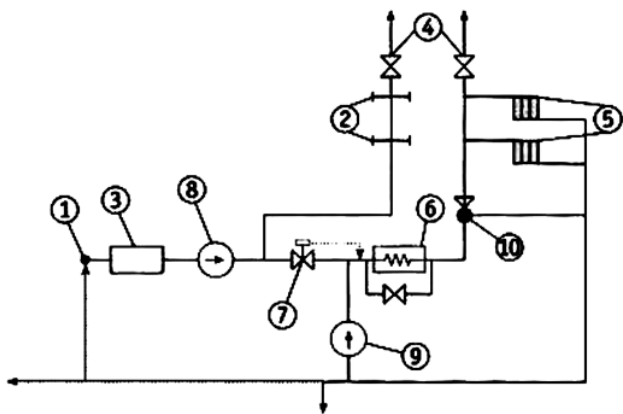
В Закарпатье есть уникальное место площадью 30 км² в районе с.Залуж с температурой до +200°C на глубине 4 км. Еще в 70-е годы институтом "Атомтеплоэлектропроект" разработано экономическое обоснование геотермальной электростанции мощностью до 10 МВт с перспективой ее расширения. Стоимость 1 кВт установочной мощности составляет 800-900 дол. США. При современных ценах на энергоресурсы стоимость электроэнергии, выработанной на такой электростанции, будет в 1,2-1,5 раза ниже, чем на тепловой электростанции такой же мощности, которая работает на угле. При использовании тепловых "отходов" для теплоснабжения рентабельность возрастает вдвое. Отработанная термальная вода закачивается назад в подземные горизонты, что обеспечивает экологическую чистоту района.

С углублением в землю температура грунта в средних широтах на глубине 3-5 м составляет 10-13°C и выше. Использование этого вида геотермальной энергии широко практикуется в США и странах Западной Европы для отопления домов, производственных помещений, животноводческих ферм с помощью теплообменников и теплонасосных установок. Это дает возможность экономить до 50-70% тепла, необходимого для создания оптимального температурного режима в помещениях. Для работы этой системы внешний воздух подается в воздуховоды, расположенные на глубине 3 м, а потом в помещения. Зимой воздух под землей нагревается, а летом охлаждается. Такая система вентиляции была впервые смонтирована в США в 1977 г. для создания микроклимата в свиноматке площадью 7,2x15 м. Теплообменник состоит из 12 воздуховодов длиной 30 м, углубленных в землю возле свиноматки на 3 м. Вертикальные воздухозаборники поднимаются на 1,5 м над поверхностью земли. Горизонтальные воздуховоды имеют наклон в сторону вертикальной камеры, где находится место сбора конденсата. Зимой воздух в помещении нагревается до +25°C при температуре снаружи -28°C, а летом охлаждают до +14°C при температуре снаружи +35°C.

В Австрии эксплуатируется геотермальная система, которая состоит из двух воздухозаборных вертикальных воздуховодов и 20 подземных пластмассовых воздуховодов длиной 35 м и диаметром 200 мм. Максимальная подача воздуха - 10000 м³/ч. На протяжении года температура в животноводческих помещениях поддерживается +15-21°C. Такие геотермальные системы окупаются за 3-5 лет.

В немецком г.Кохен реализован проект наибольшей в Европе тепловой помпы с подземными зондами, которая обеспечивает тепловой энергией 35 комнат в трех домах. Через зонды, углубленные в землю на 98 м прокачивается холодная вода, которая нагревается до температуры грунта. Тепловые помпы позволяют повышать температуру воды до +50°C и возвращают полезной энергии в 3 раза больше затраченной.

По последним прогнозам, проведенным в 1998 г. Институтом технической теплофизики НАН Украины, ежесуточные эксплуатационные возможности семи геотермальных площадей Закарпатье составляют 239,4 тыс. м³ термальных вод темпера-



турой +60°C, что позволяет на их основе получить энергетическую мощность 492,6 МВт.

В 1999 г. началась эксплуатация первой в Закарпатье геотермальной установки для теплоснабжения санатория "Косино" Береговского района. На территории санатория расположены два двухэтажных дома, шесть одноэтажных, теплосети от котельной, работающей на твердом топливе. Скважины глубиной от 900 до 1300 м обеспечивают суточную добычу 7500 м³ термальной воды температурой +32°C. Для нужд санатория используется насосный способ добычи термальных вод, который обеспечивает с помощью пластинчатых теплообменников общую тепловую мощность установки 1,2 МВт. Эксплуатация этой установки обеспечивает экономию 143 т условного топлива в год. Кроме этого пилотного проекта в области запланировано строительство перспективной геотермальной электростанции мощностью 1,6 МВт в с.Теребля Тячевского р-на. Для развития геотермальной энергетики нет нужды создавать новые предприятия энергетического машиностроения, оборудование могут изготавливать имеющиеся заводы.

Показатели эффективности геотермальных установок превышают тепловые и атомные, и при действующих тарифах на тепло- и электроэнергию такие установки в ближайшее время могут развиваться за счет самофинансирования. Полностью освоена технология геотермального теплоснабжения населенных пунктов, сельскохозяйственных объектов и небольших пред-

приятий. Промышленное развитие геотермальной энергетики и подземного аккумулирования планируется после 2005 г. В подготовительный период должны быть созданы демонстрационные установки: электростанция в Закарпатской обл. возле с. Русские Комашцы, система теплоснабжения 75-квартирного жилого дома в г. Ялте, система геотермального отопления теплиц в Черниговской обл.

Сегодня научно-исследовательские работы по геотермальной энергетике выполняются в соответствии с государственной научно-технической программой "Экологически чистая энергетика Украины", утвержденной постановлением КМУ №100 от 17.01.1996 г. Программа отмечает несколько приоритетных направлений развития геотермальной энергетики: станции теплоснабжения, геотЭЦ, сушильные установки, отопление теплиц.

Ведущим исследователем, разработчиком прогнозов, проектов, методик по практическому использованию геотермальной энергии является отдел технологии добычи геотермальной энергии Института технической теплофизики НАН Украины, который возглавляет докт. техн. наук Г.М.Забарный.

Недавно изучением возможностей практической реализации проектов использования геотермальной энергии в Украине занялась совместная рабочая экспертная группа Датского энергетического агентства и Института технической теплофизики НАНУ. Группа обозначила ряд объектов, на которых имеет смысл использовать современные геотермальные технологии.

Мобильность электромеханического оборудования на селе

Ю.Бородастый, Ивано-Франковская обл.

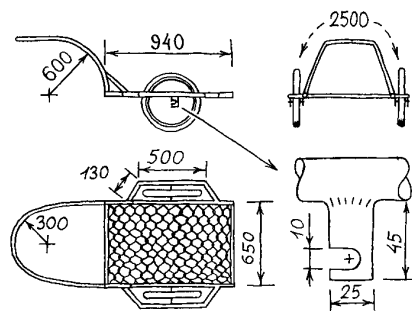
Когда хотят привести пример технической отсталости, часто вспоминают нашу деревню. А между тем в украинских деревнях накоплено громадное количество электрической и электромеханической техники. Например, электросварочные аппараты в моем селе больше, чем на большом заводе металлоконструкций. Мукомольные мельницы, крупорушки, находящиеся в распоряжении односельчан, в своей сумме имеют производительность целого завода. А число деревообрабатывающих станков уже превысило количество техники на предприятии по обработке древесины и производству мебели. Ни одна страна мира не имеет в своих деревнях такого большого потенциала!

Одна из причин низкого коэффициента использования электрической и электромеханической техники на селе - плохая подвижность ее парка, отсутствие дешевого транспортного средства. В большинстве случаев выгоднее перевозить электросварочные аппараты к металлоконструкциям, мини-мельницы к мешкам с зерном, деревообрабатывающие станки к тоннам древесины, а не наоборот. Таким образом, для более полного использования на селе технического оборудования нужна мобильность.

Сегодня энергетический кризис в нашей стране - кризис чрезмерного бессмысленного потребления энергии. Подобное уже пережили 10 лет назад наши союзники по выходу из СССР - прибалтийские страны. Разница только в том, что у нас энергоносители только подорожали, а у них тогда исчез-

ли совсем. Одной из мер, предпринятых правительствами и народами стран Прибалтики в борьбе с энергетическим кризисом, было широкое использование велосипедов. Но грузоподъемность веломашин мала, и кооперативы быстро наладили производство велоколесниц, способных перевозить до 100 кг груза. Инициативу выпуска такой чудо-техники подхватил Минский велозавод. Его "универсальная велотачка" имела съемную прицепную дугу, откидную подножку и много других новшеств. Стоила минская велоколесница 35 руб. при цене большого велосипеда 72 руб. Как только народ сполна оценил чрезвычайную рентабельность нового вида транспорта, инициативу минчан сразу ликвидировали...

В Украине, несмотря на длительный энергетический кризис, велоколесница пока еще неизвестна широким массам. Вот и решил я создать конструкцию, для изготовления которой понадобится только электросварка и электроточило (см. **рисунок**). Именно эту конструкцию я предлагаю для транспортирования электромеханического оборудования. В ней изменено крепление колес, теперь они не выпадают (как это имело место в минской конструкции). Также упрощено крепление колесницы к трубе велосипедного седла. Умельец В.Иванов предложил заменить грохочущий жестяной кузов куском проволочной сетки. Теперь на колеснице можно перевозить любые грузы: ящики, бочки, мешки, телевизоры, доски, металлопрокат, клетки со свиньями, ульи, урожай



с огорода, дрова, стройматериалы и многое другое. При испытании на велоколесницу укладывали груз в четверть тонны! Если вместо колес от детского велосипеда установить колеса от мопеда, то грузоподъемность увеличится, но тачка будет плохо катиться по дороге.

Неожиданно для меня самого прокат велоколесницы вместе с мельницей, электросваркой и деревообрабатывающим станком стал приносить неплохую прибыль. Обработалась длинная очередь желающих, пришлось изготовить еще 5 изделий. Велоколесница оказалась незаменимой при выборе в лесу дикорастущих саженцев для культивирования сада.

В 2000 г. удалось опубликовать материал о велоколеснице в газете "Порадня" №46 (196) от 16.11. Думаю, что со временем умельцы оценят удобства использования велоколесницы. Интересно, что когда-то в Украине двухколесная тачка была очень популярна. Близ с. Старые Кодики Днепропетровской обл. археологи нашли двуколку, изготовленную 4500 лет назад! Применение легкой колесницы в tandem с велосипедом позволит увеличить рентабельность и скорость нового (давно забытого старого) транспортного средства и расширит наши возможности.

БЕСЕДЫ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Электричество - от простого к сложному

(Продолжение. Начало см. в РЭ 5-12/2000; 1-11/01; 1-4/02)

А.Л.Кульский, г.Киев

Полевой транзистор с изолированным затвором (MOSFET)

Существование (в отличие от биполярных приборов) нескольких принципиально различных разновидностей полевых транзисторов делает базирующуюся на их применении схемотехнику очень разнообразной. При этом совершенно особую роль в современной электронике играют МОП-транзисторы.

Термин "МОП-транзистор" означает - полевой транзистор, имеющий структуру металл-окисел-полупроводник. В некоторых случаях встречается и такое название этих приборов, как МДП-транзистор, т.е. металл-диэлектрик-полупроводник. Однако наиболее предпочтительной сегодня является международная классификация, согласно которой МОП (МДП)-транзисторы называются MOSFET. Следует заметить, что не только физические процессы в полевых транзисторах с P-N-переходом существенно отличаются от аналогичных процессов в МДП-приборах, но в меньшей степени это касается и ВАХ.

На рис.74 изображена структура МОП-транзистора, имеющего канал N-типа. В качестве основы используется кремний, слаболегированный примесью P-типа. Две близко лежащие области структуры легируются примесью N-типа и электрически соединяются с электродами истока и стока.

Управляющим электродом, как и в ранее рассмотренных структурах, служит затвор. Однако в отличие от JFET у МОП-транзистора затвор отделен от остальной кремниевой структуры не обратносмещенным переходом, а очень тонким слоем диоксида кремния, который и является окислом, изолирующим затвор. Следовательно, в данном случае отсутствует запрещение на полярность приложенного к затвору (относительно истока) потенциала! Кроме того, проводимость оксида

кремния на несколько порядков ниже проводимости обратносмещенного P-N-перехода.

Что касается подложки, то обычно она соединяется с истоком. Естественно, МОП-транзисторы производятся как с каналом N-типа, так и с каналом P-типа, что до некоторой степени аналогично N-P-N и P-N-P биполярным структурам. Однако имеется еще один "нюанс", который не имеет аналога у биполярных транзисторов.

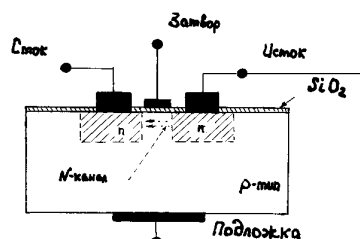


рис.74

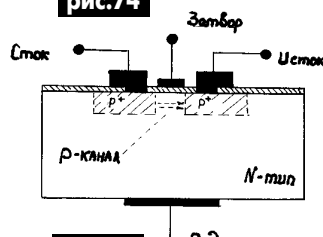


рис.75

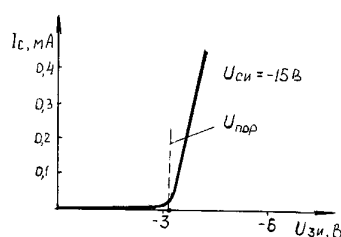


рис.76

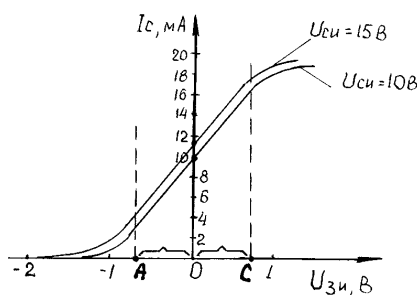


рис.77

Речь идет о МОП-транзисторах с ИНДУЦИРОВАННЫМ каналом и о МОП-транзисторах со ВСТРОЕННЫМ каналом (независимо от вида проводимости). Такие MOSFET называют также обогащенными либо соответственно обедненными. Поясним вышесказанное на конкретных примерах.

На рис.75 показана структура кремниевый (диффузионно-планарный) полевой МОП-транзистор с индуцированным каналом P-типа КП304А. Отметим, что в этом случае проводимость канала имеет дырочный характер. Интересно переходная характеристика этого транзистора, являющегося прибором обогащенного типа (рис.76).

Как видим, в отличие от переходной характеристики JFET, где, как известно, максимальному току стока соответствует $U_{зи} = 0$, здесь ничего подобного не наблюдается. Напротив, сколько-нибудь заметного тока стока ($I_{ст}$) не будет и в том случае, если отрицательный потенциал затвора достигнет -3 В. Однако имеется некоторая особая точка на переходной ВАХ КП304А, после которой ток стока начинает стремительно нарастать. Соответствующий этой точке потенциал $U_{зи}$ называют пороговым напряжением.

Это означает, что у рассматриваемой разновидности MOSFET в исходном состоянии ($U_{зи} = 0$) нет канала проводимости. И формируется таковой только в том случае, если управляющее напряжение ($U_{зи}$) превысит по абсолютной величине $U_{пор}$!

До сих пор существует мнение, что обогащенные MOSFET хороши только в качестве ключевых элементов и быстродействующих бесконтактных коммутаторов, но малопригодны в качестве усилителей гармонического сигнала. Это далеко не всегда справедливо, поскольку, например, КП304А (вернее, 2П304А) очень неплохо зарекомендовал себя и в специфических сигнальных усилителях. В частности, особо отобранные транзисторы этого типа, известные, как "Пинта-2", применяли в усилительных трактах электронной аппаратуры "Лунохода-2".

Под определением "специфические сигнальные" понимаются те усилители, у

которых имеется "спящий режим", называемый также "режим ожидания", "энергосберегающий режим" и т.п.

Тем не менее несомненно, что значительно большей популярностью пользуются MOSFET, имеющие ВСТРОЕННЫЙ канал. К их числу относится кремниевый диффузионно-планарный полевой транзистор с изолированным затвором и каналом N-типа КП305. Его типовые переходные характеристики приведены на **рис.77**. Такой прибор может одинаково успешно работать в двух различных режимах.

Если $U_{зи} > 0$, то функционирование происходит в режиме обогащения канала MOSFET носителями, определяющими проводимость, в данном случае электронами. При этом количество носителей больше, чем при $U_{зи} = 0$!

В том случае, если $U_{зи} < 0$, т.е. в режиме обеднения, проводимость уменьшается, и по мере того как потенциал затвора становится все более отрицательным, ток стока плавно спадает до некоторой очень малой величины. То значение $U_{зи}$, при котором $I_{ст} = 10$ мкА, на-

зывают напряжением отсечки.

Однако MOSFET КП305 (особенно с индексами Д, Е и Ж) имеет еще и ярко выраженный линейный участок ВАХ, ограниченный прямыми, параллельными оси ординат и проходящими через точки а и с. Этот участок называют квадратичным, и он очень предпочтителен в схемах высококачественных усилителей и генераторов гармонических сигналов как низкой, так и высокой частоты.

Имеется также и такая разновидность MOSFET, как VMOS-транзистор. Не касаясь технологических тонкостей их структуры, отметим существенную особенность ВАХ этих приборов. На **рис.78** приведена типовая переходная характеристика VMOS-транзистора КП310А. Благодаря тому что длина канала у подобных структур мала, транзистор находится как бы в некоем подпороговом состоянии.

При этом, когда $U_{зи} = 0$, через канал будет протекать некоторый незначительный ток, называемый начальным током стока. Как только $U_{зи}$ становится больше 0, ток стока начинает немедленно

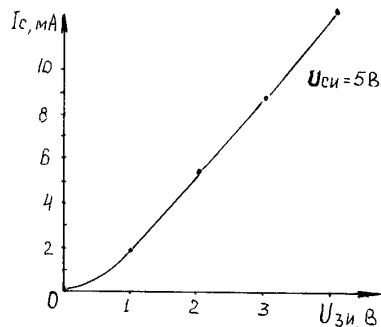


рис.78

возрастать! Поэтому у VMOS-транзисторов нет такого параметра, как пороговое напряжение.

Сочетая в себе сверхвысокое входное сопротивление и малые значения межэлектродных емкостей, VMOS-транзисторы замечательны еще и тем, что прекрасно могут работать не только в малосигнальном режиме, но и при амперных токах! Хорошо зарекомендовали они себя и в режиме широкополосного усиления. Пример подобных приборов - КП901, КП902 и КП905.

(Продолжение следует)

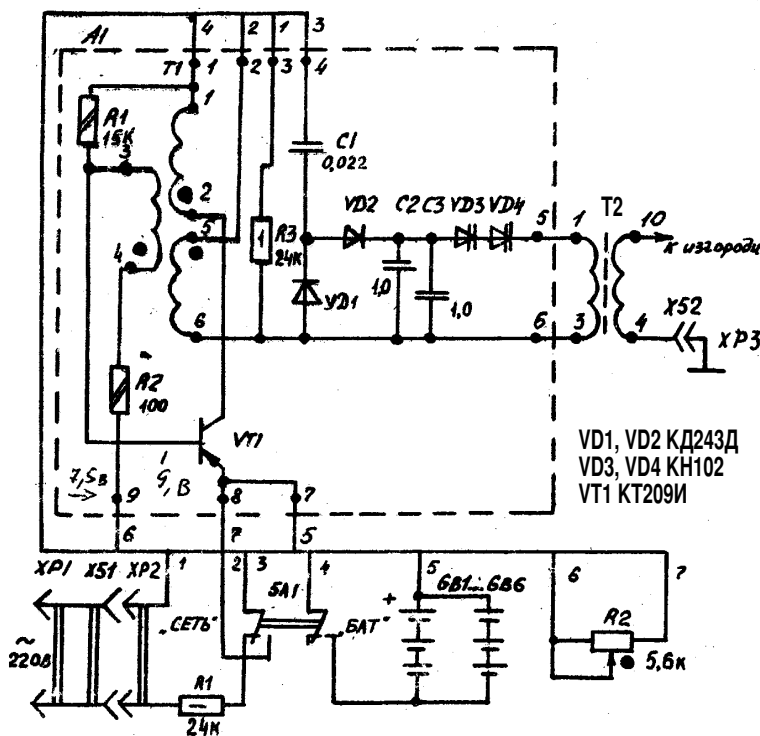
СХЕМА ЭЛЕКТРОИЗГОРОДИ

С.М.Усенко, Черниговская обл.

Электроизгородь предназначена для ограждения загонов и пастбищ крупного рогатого скота и телят, для защиты садов, огородов, посевов стогов сена от убытков, наносимых скотом и зверьями, а также для предотвращения попадания скота на транспортные магистрали и в овраги.

Электроизгородь питается от сети переменного тока 220 В или от батареи из 6 элементов А373. Ее схема показана на **рисунке**. При питании от сети напряжение 220 В поступает через конденсатор С1 и резистор R3 на выпрямитель VD1, VD2 с удвоением напряжения. Выпрямленным напряжением заряжаются конденсаторы С2, С3 до тех пор, пока напряжение на них не превысит напряжения пробоя динодисторов VD3, VD4 (180-220 В). При пробое динодисторов накопительные конденсаторы разряжаются на первичную обмотку высоковольтного трансформатора Т2. При этом на вторичной обмотке индуцируется импульс высокого напряжения, который подается на провод электроизгороди.

При питании от батареи включается генератор импульсов на транзисто-



ре VT1 и трансформаторе Т1. Частота импульсов регулируется переменным резистором R2.

Электроизгородь изготовлена на заводе "Контакт" в г.Зеньков, Полтавской обл.

Дайджест по автомобильной электронике

www.nnov.rfnet.ru

Блок электронного зажигания

Схема автомобильного электронного блока зажигания (рис. 1) разработана и испытана в автомобиле "Жигули 2108" и других, в которых применяются транзисторные коммутаторы (3620-3734) с бесконтактным датчиком Холла (53.013706).

Схема содержит: формирователь им-

пульсов от VD7 и резистор R11 подается на схему. На катушку зажигания напряжение в начальный момент не поступает, так как стартер не вращает вал двигателя, и на входе микросхемы DD1.2 нет импульсов. На выходе DD1 напряжение низкого уровня, которое удерживает транзистор VT1 в закрытом состоянии, поэтому закрыт и транзистор VT3.

стабилизирует величину тока "разрыва" при колебаниях напряжения бортовой сети автомобиля, обеспечивая неизменность выходных характеристик системы зажигания.

Конструктивно блок выполнен на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита размером 95x75 мм, которую устанавливают в

штатный корпус от коммутатора 3620-3734.

В блоке использованы микросхема K561ЛА8 и резисторы типа МЛТ. Резистор R10 типа С5-16 мощностью не менее 1 Вт. Конденсаторы типа К73-11 на напряжение не менее 63 В. Диоды VD2, VD3 типа КД521А или любые кремниевые маломощные. Стабилитрон VD1 на напряжение стабилизации 8 В типа Д814А или КС182А. Стабилитрон VD4 на напряжение стабилизации

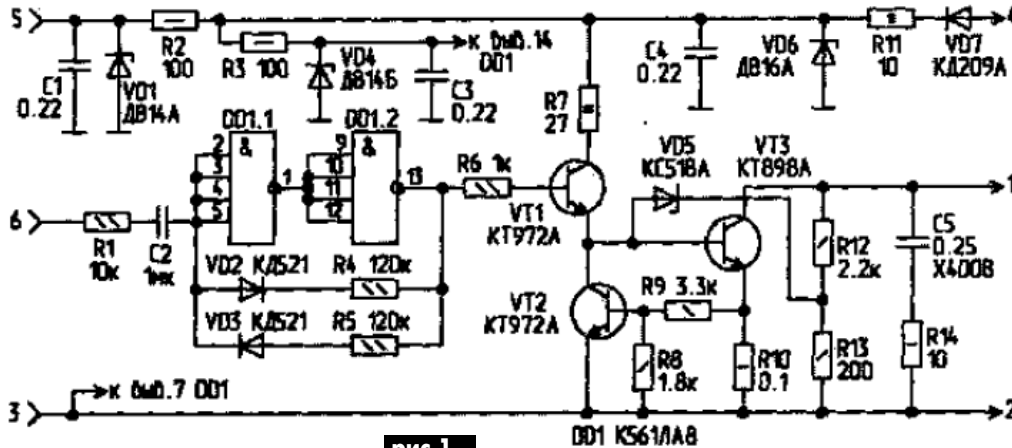


рис.1

пульсов с регулируемой скважностью на микросхеме DD1, собранный по схеме триггера Шмитта; мощный ключ на транзисторах VT1 и VT3 с активным ограничителем тока на транзисторе VT2, делителем напряжения на резисторах R8, R9 и токоизмерительным резистором R10; стабилизатор напряжения для питания микросхемы DD1 на стабилитроне VD4, конденсаторе C3 и резисторе R3; схему защиты от превышения импульсного напряжения в бортовой сети на стабилитроне VD6, конденсаторе C4 и резисторе R11; схему защиты блока от неверного присоединения аккумуляторной батареи на диоде VD7; схему защиты транзистора VT3 от импульсных перегрузок при работе катушки зажигания на диоде VD5, резисторах R12, R13.

При включении зажигания напряжение от аккумуляторной батареи через ди-

Когда стартер поворачивает вал двигателя, на выходе датчика возникают импульсы, поступающие на вход элемента DD1.1. Последний переключается, и на выходе DD1.2 появляется импульс, который открывает транзисторы VT1 и VT3. Через катушку зажигания проходит ток. Когда с выхода датчика исчезает импульс, триггер Шмитта резко переключается в обратное состояние, на выходе элемента DD1.2 появляется низкий уровень, поступающий на базу транзистора VT1. Транзисторы VT1 и VT3 быстро закрываются, и ток через катушку зажигания также быстро исчезает. В первичной обмотке катушки возникает ЭДС самоиндукции напряжением 400 В, а во вторичной обмотке - импульс высокого напряжения 23000...25000 В.

Схема активного ограничения тока в катушке зажигания на транзисторе VT2 защищает транзистор VT3 от перегрузки и

9 В типа Д814Б или КС191А. Стабилитрон VD5 типа КС518А или КС508Г. Диод VD7 типа КД209А можно заменить диодом КД226Г. Транзисторы VT1, VT2 типа КТ972А, транзистор VT3 типа КТ898А или КТ890А (КТ8109А). Транзистор VT3 устанавливают на штатный радиатор из алюминиевой пластины толщиной 4 мм, изолированный от корпуса двойной слюдяной прокладкой с теплопроводящей пастой.

Зарядное устройство

Зарядное устройство (рис. 2) имеет широкие пределы регулирования зарядного тока (практически от нуля до 10 А) и используется для зарядки различных стартерных батарей аккумуляторов на напряжение 12 В.

Основа устройства - симисторный регулятор маломощным диодным мостом VD1 - VD4 и резисторами R3 и R5.

После подключения устройства к сети при плюсовом ее полупериоде (плюс на верхнем по схеме проводе) начинает заряжаться конденсатор C2 через резистор R3, диод VD1 и последовательно соединенные резисторы R1 и R2. При минусовом полупериоде сети конденсатор заряжается через те же резисторы R2 и R1, диод VD2 и резистор R5. В обоих случаях конденсатор заряжается до одного и того же

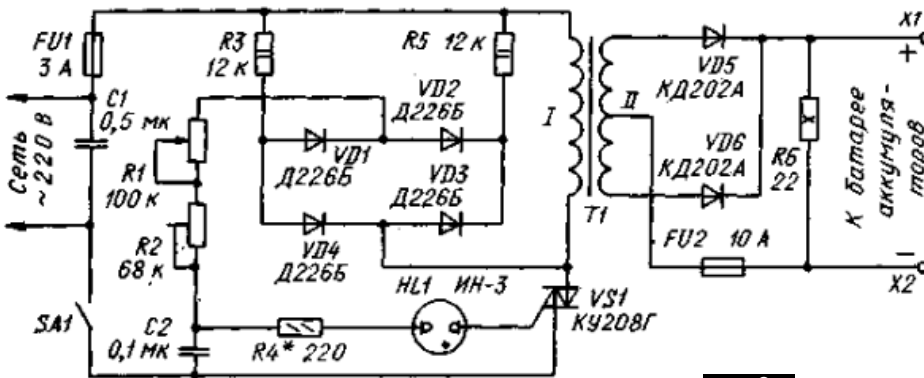


рис.2

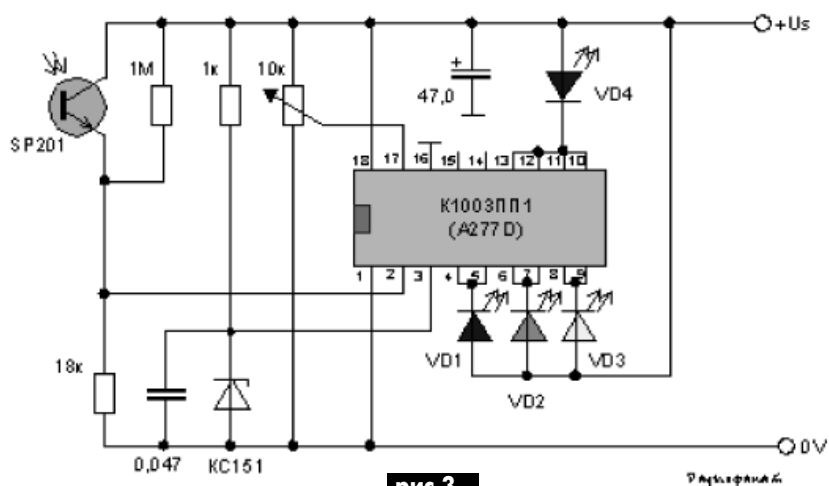


рис.3

напряжения, меняется только полярность зарядки.

Как только напряжение на конденсаторе достигнет порога зажигания неоновой лампы HL1, она зажигается, и конденсатор быстро разряжается через лампу и управляющий электрод симистора VS1, открывая его. В конце полупериода симистор закрывается. Описанный процесс повторяется в каждом полупериоде сети.

При управлении симистором коротким импульсом ток прибора может не успеть достигнуть тока удержания за время действия управляющего импульса (при индуктивной или высокоомной активной нагрузке). Для устранения этого параллельно нагрузке включают резистор.

После включения симистора VS1 его основной ток протекает не только через первичную обмотку трансформатора T1, но и через один из резисторов (R3 или R5), которые в зависимости от полярности полупериода сетевого напряжения поочередно подключаются

параллельно первичной обмотке трансформатора диодами VD4 и VD3 соответственно. Для этого же предназначен и мощный резистор R6, являющийся нагрузкой выпрямителя VD5, VD6, который, кроме того, формирует импульсы разрядного тока, продлевающие срок службы батареи.

Основным узлом устройства является трансформатор T1. Его можно изготовить на базе лабораторного трансформатора ЛАТР-2М, изолировав его обмотку (она будет первичной) тремя слоями лакоткани и намотав вторичную обмотку, состоящую из 80 витков изолированного медного провода сечением не менее 3 мм², с отводом от середины.

Конденсаторы C1 и C2 типа МБМ или другие на напряжение не менее 400 и 160 В соответственно. Резисторы R1 и R2 типа СП1-1 и СП3-45 соответственно. Диоды VD1-VD4 типа Д226, Д226Б или КД105Б. Неоновая лампа HL1 типа ИН-3, ИН-3А.

Диод типа КД202А (или любой другой со средним прямым током не менее 5 А) размещают на дюралевой теплоотводящей пластине с площадью поверхности рассеяния не менее 120 см². Симистор также крепят на теплоотводящей пластине примерно вдвое меньшей площади. Резистор R6 типа ПЭВ-10 (его можно заменить пятью параллельно соединенными резисторами МЛТ-2 сопротивлением 110 Ом).

Устройство собирают в прочной коробке из изоляционного материала. В верхней ее стенке и в дне следует просверлить вентиляционные отверстия. Резистор R1 ("Зарядный ток") монтируют на лицевой панели, к ручке прикрепляют небольшую стрелку, а под ней - шкалу. Цепи, несущие нагрузочный ток, необходимо выполнить проводом марки МГШВ сечением 2,5...3 мм².

Индикатор напряжения аккумулятора

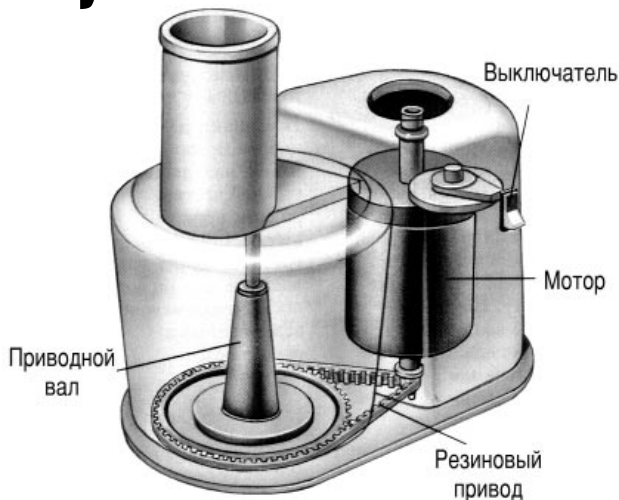
Индикатор на микросхеме К1003ПП1 (рис.3) позволяет контролировать напряжение бортовой сети автомобиля в четырех диапазонах.

При напряжении аккумулятора менее 11 В светится светодиод красного цвета VD1, при нормально заряженной батарее в диапазоне от 11,1 до 13,2 В светится зеленый светодиод VD2, в диапазоне от 13,4 до 14,4 В светится светодиод желтого цвета VD3, а при напряжении свыше 14,6 В (перенапряжении) светится красный светодиод VD4.

Регулировка схемы сводится к подстройке потенциометром диапазона напряжений нормально заряженной батареи (12...13,8 В). Фототранзистор регулирует яркость свечения светодиодов в зависимости от внешнего освещения. Если его не устанавливать, то яркость будет максимальной.

ЮНЫМ ЭЛЕКТРИКАМ

Кухонный комбайн



Комбайн (англ. combine – соединение) – это агрегат, представляющий собой совокупность устройств, выполняющих несколько различных операций. Кухонный комбайн предназначен для выжимания сока из овощей и фруктов, может резать, дробить, отбивать, измельчать и смешивать продукты. Делается это с помощью ножей (насадок) различной формы, вращающихся с большой скоростью. Нож соковыжималки, который вращается с максимальной скоростью, соединен с валом электродвигателя обычно напрямую, а ножи для резки и смешивания продуктов – с помощью резинового привода (зубчатого ремня) и шестеренок для снижения скорости их вращения. Для предохранения пальцев руки обрабатываемые продукты подаются к ножам через трубку или проталкиваются плунжером.

Интересные устройства из мирового патентного фонда

Выпуск посвящен датчикам веса

В патенте США 2002/0014356 (2002 г.) описан **датчик веса для сидения автомобиля**. Датчик представляет собой камеру 12 (рис.1,а), заполненную водой и вмонтированную в сиденье кресла. В стенки камеры 12 установлено (рис.1,б) несколько датчиков растяжения 20 (например, тензометрических), сигналы которых подаются на процессор сигнала 50. Если пассажир или водитель не сидят на сиденье, то датчики растяжения не нагружены, если пассажир садится, эластичные стенки камеры растягиваются. Далее система работает по принципу измерения перераспределения веса (растяжения) по камере при резком торможении автомобиля. Тогда процессор выдает сигнал на срабатывание надувных подушек.

ние датчика в пространстве изменяется из-за наклона, шарик переключает один из контактов 9А с контактной оп-

твления при подаче переменного напряжения.

В патенте США 6218632 (2001 г.) описан **конденсаторный датчик веса**. Он

представляет собой (рис.5) дифференциальный конденсатор, состоящий из первого конденсатора 152 и второго конденсатора 176. Первый

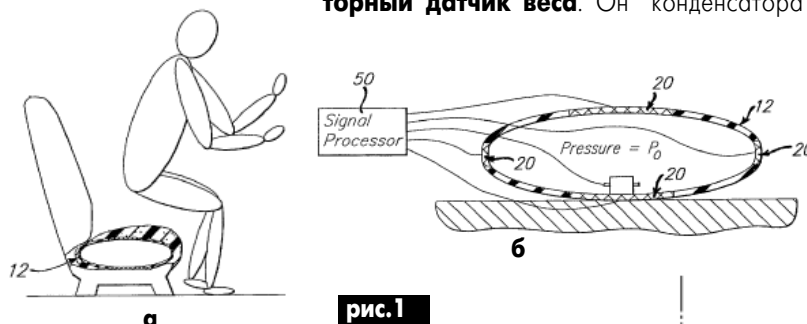


рис.1

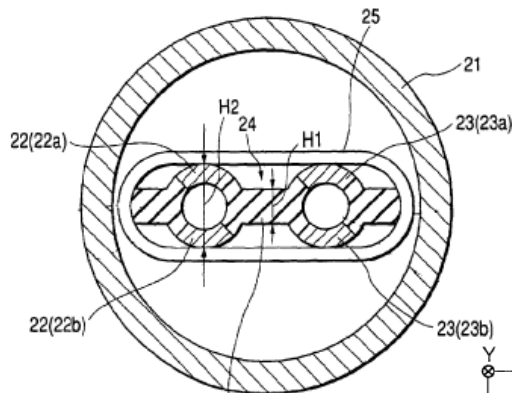


рис.2

рой 4, тем самым формируется сигнал тревоги.

Полупроводниковый механический датчик описан в патенте США 2001/0009110 (2001 г.). В кремниевой

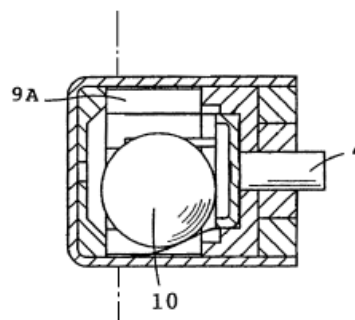


рис.3

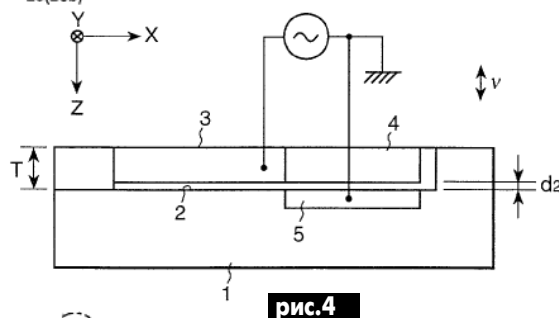


рис.4

Датчик свободного падения описан в патенте США 2001/0007205 (2001 г.). Предназначен он для того, чтобы определить не падает ли дорогая вещь вроде портативного компьютера. Датчик (рис.3) представляет собой шарик 10 из проводящего материала, располагающийся в нормальном состоянии (не прикасаясь к стенкам) на контактной опоре 4. По окружности стенки расположены контакты 9А. Как только положе-

подложке 1 (рис.4) формируется тонкая прорезь 2, по обе стороны от которой располагаются электроды 4 и 5. При малейшей нагрузке емкость образующегося при этом конденсатора изменяется, что обнаруживается по изменению комплексного сопро-

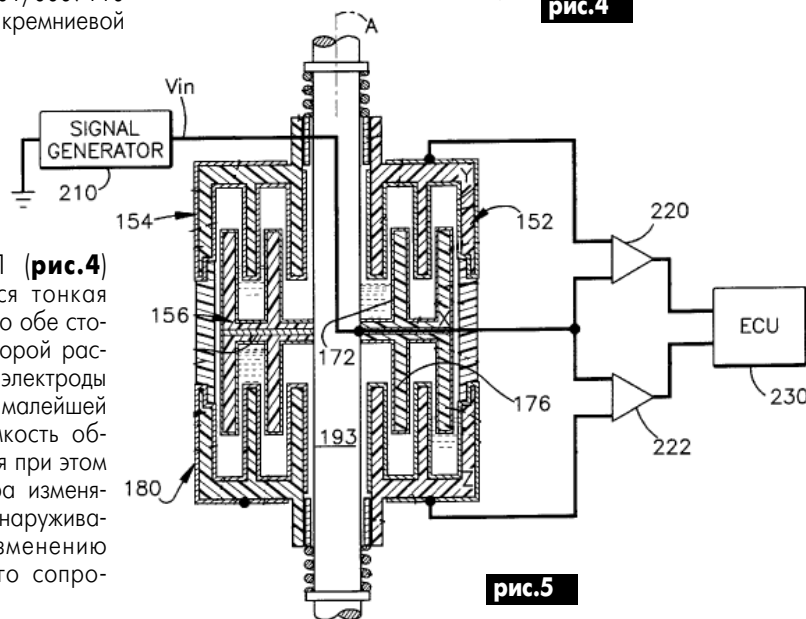


рис.5

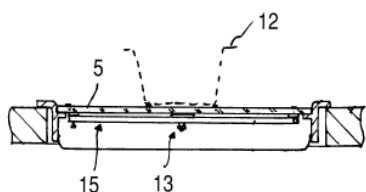


рис.6

конденсатор образован конструкциями 154 и 156. Второй конденсатор образован конструкциями 180 и 156. Каждая конструкция состоит из множества проводящих пластин, установленных в осевом направлении. Общая конструкция 156 может перемещаться по оси, на которую прикладывается вес. В результате емкость первого конденсатора уменьшается, а второго увеличивается. К конденсаторам прикладывается напряжение генератора сигнала 210. Разность сигналов усиливается в усилителях 220 и 222 и индицируется как вес в измерительном приборе 230.

В международном патенте PCT 00/77481 (2000 г.) описа-

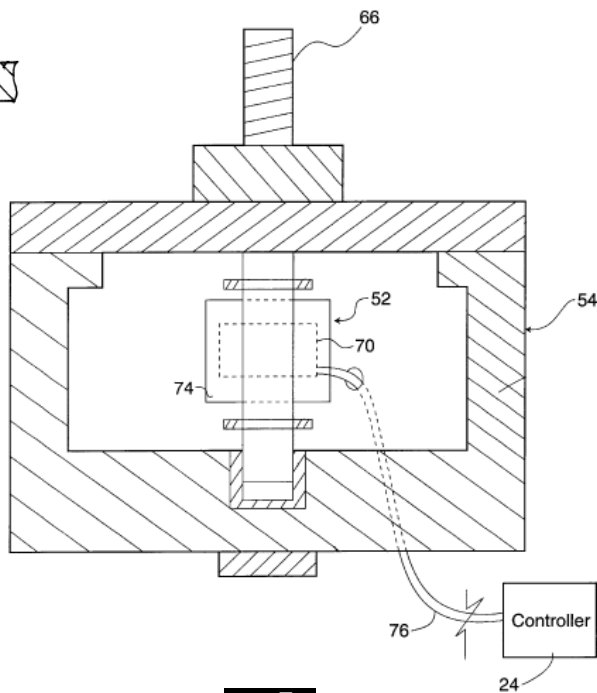


рис.7

на электроплита со взвешивающим устройством.

Плита представляет собой (рис.6) нагревательный эле-

мент 5, на который устанавливаются кастрюлю 12 (или другой сосуд). Узел 13, установленный на рамке 15, представляет со-

бой датчик близости. Чем больше масса кастрюли, тем больше прогибается нагревательный элемент, следовательно, тем меньше расстояние между ним и датчиком близости 13. Последний представляет собой ультразвуковой излучатель и приемник, дистанция измеряется по отраженному от нагревательного элемента сигналу.

Датчик веса для систем безопасности автомобиля описан в патенте США 6129168 (2000 г.). Его основной частью является датчик положения 52 (рис.7), который включает в себя датчик Холла 70, установленный на жестком основании 54, и магнит 74, установленный на перемещающейся части конструкции 66. При перемещении магнита относительно датчика Холла последний генерирует сигнал, поступающий по проводу 76 на контроллер 24. Если из-за резкого торможения вес пассажира изменяется, включается система безопасности.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЙ ЭФФЕКТ

Открыт У.Томсоном (лордом Кельвином) в 1857 г. Представляет собой изменение сопротивления твердого проводника под действием внешнего магнитного поля. Различают поперечный (линии магнитного поля перпендикулярны линии тока) и продольный (линии магнитного поля параллельны линиям тока) магниторезистивный эффекты. Относительная величина изменения сопротивления для перпендикулярного магнитного поля $dR/R_{перп}$ при комнатной тем-

пературе для обычных металлов примерно равна 10^{-4} при $H=10^4$ Э (1 Эрстед = 80 А/м), исключением является висмут, у которого $dR/R_{перп}=2$ при $H=3 \cdot 10^4$ Э. Это позволяет построить на основе висмута магнитометр с чувствительностью 10 мкВ/Тл. У полупроводников $dR/R_{перп} = 10^{-2} \dots 10$ и существенно зависит от концентрации примесей и температуры, например, у чистого германия $dR/R_{перп} = 3$ при $T = 90K$ и $H=1,8 \cdot 10^4$ Э.

Понижение температуры и увеличение напряженности магнитного поля приводят к росту $dR/R_{перп}$. В 1927 г. П.Л. Капица в сильных магнитных полях при температуре жидкого азота обнаружил линейную зависимость $dR/R_{перп}$ от напряженности магнитного поля (закон Капицы). Коэффициент пропорциональности обычно положительный, т.е. сопротивление растет с увеличением магнитного поля.

В таблице приведены коэффициенты $dR/R_{перп}$ для различных металлов и сплавов и различной температуре и напряженности магнитного поля H .

Зависимость проводимости от температуры при напряженности магнитного поля H определяется правилом Копера: $dR/R = [R(H,T) - R(0,T)]/R(0,T)$.

Применение магниторезистивного эффекта описано в [1].
Литература
1. Партала О.Н. Магниторезистивные датчики и их применение//Радиоаматор. -1998. -№11-12. -С37.

Для поперечного эффекта			
Металл (сплав)	T, °K	H, кЭ	dR/R
Алюминий	77	23,5	0,011
Железо	80	300	0,04
Медь	78	200	0,093
Цинк	291	300	0,06
Серебро	78	300	0,376
Золото	78	4	0,000069
Висмут	291	300	1360
Золото-серебро (0,1%)	4,23	0,163 Тл	0,00028
Медь-цинк (70%)	77	2,36 Тл	0,027
Для продольного эффекта			
Алюминий	78	300	0,358
Железо	290	20	0,0249
Медь	78	300	0,23
Серебро	20	20	0,19
Висмут	289	20	0,17

Эра головок с гигантским магниторезистивным эффектом

(По материалам фирмы IBM)

Жесткие диски компьютеров остаются по-прежнему высокоэффективным средством хранения информации. Успех жестких дисков основан на низкой цене хранения информации на 1 Мбит, причем эта цена постоянно уменьшается. Растет плотность размещения информации, которая достигла уже 10 Гбит на кв. дюйм, а к 2004 г. ожидается 40 Гбит на кв. дюйм. Высокая плотность записи информации на жесткий диск достигнута применением магнитных головок на магниторезистивном эффекте (МРЭ), а в последнее время - за счет технологии головок с гигантским магниторезистивным эффектом (ГМРЭ).

Фирма IBM была пионером применения головок с магниторезистивным эффектом, впервые установив их в 1991 г. в жестком диске IBM 0663-E12. При этом была достигнута плотность 1 Гбит на кв. дюйм. Используя улучшенные головки на магниторезистивном эффек-

т уменьшение размера одного элемента памяти на жестком диске, а следовательно, их плотности.

Погруженная записывающая/считывающая головка. Конструкция головки IBM состоит из тонкопленочного индуктивно-го записывающего и считывающего элементов (рис.1). Считывающий элемент состоит из МРЭ или ГМРЭ-датчика между двумя экранами. Магнитные экраны уменьшают нежелательные магнитные поля от диска, датчик "видит" только магнитное поле от записанных на диске данных, которые нужно считать. В погруженной головке второй магнитный экран также функционирует, как второй полюс индуктивной записывающей головки. Погруженная головка недорогая, поскольку требует достаточно простого процесса. Она лучше работает, так как расстояние между записывающим и считывающим элементами мало. Погруженные головки производят с 1991 г.

Процесс магнитной записи (рис.2) показывает погруженную записывающую/считывающую головку над вращающимся диском. Индуктивная записывающая головка пишет информацию намагничиванием крошечных участков вдоль концентрических трасс. При считывании переходы магнитного поля между битами вызывают изменение магнитной ориентации датчика МРЭ или ГМРЭ. Выходное напряжение датчика - результат изменения сопротивления датчика и тока смещения. Сигнал затем усиливается.

Технология МРЭ и ГМРЭ. МРЭ и ГМРЭ-датчики построены на исключительно тонких пленках (25 пленок приходится на 1 мкм). Различие между МРЭ и ГМРЭ заключается в чувствительности, выраженной в процентах, изменения сопротивления. На рис.3 показана разница (в процентах) изменения сопротивления между МРЭ и ГМРЭ при разной толщине пленок.

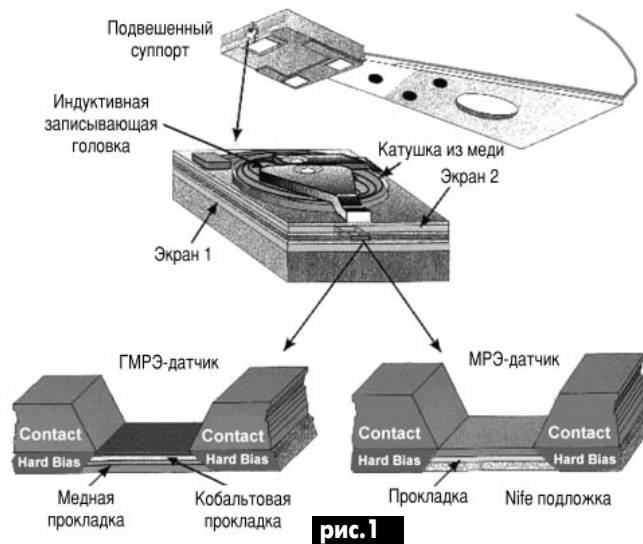


рис.1

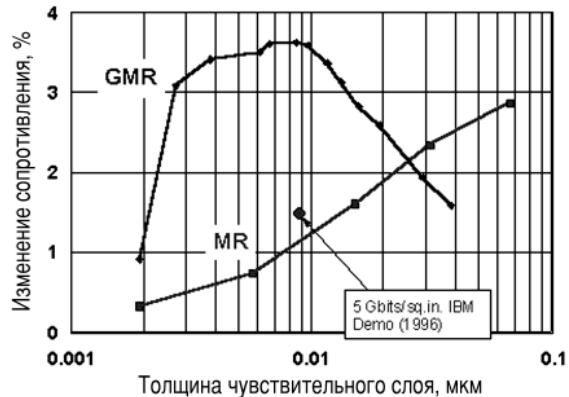


рис.3

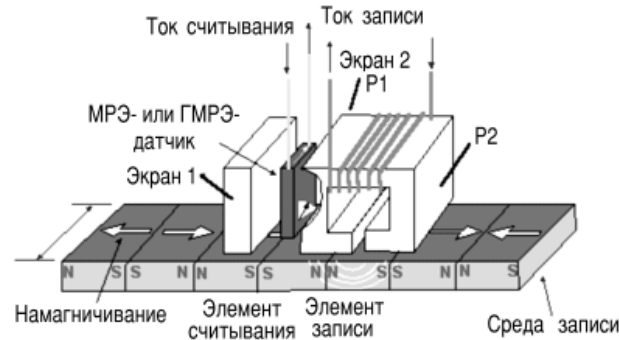


рис.2

те, фирма к 1997 г. добилась плотности 3 Гбит на кв. дюйм. Дальнейший прогресс связан с ГМРЭ.

ГМРЭ был открыт в 1988 г. в кристаллах с магнитными полями, в 1000 раз превышавшими те, что использовались для записи в жестких дисках. Исследования были продолжены в Алмаденском исследовательском центре фирмы IBM, где в 1991 г. получены поликристаллические многослойные структуры, которые обладали исключительной чувствительностью к малым магнитным полям, сопоставимыми с полями в жестких дисках. Первая головка с ГМРЭ была опробована в 1997 г.

Высокая чувствительность к магнитному полю делает возможным

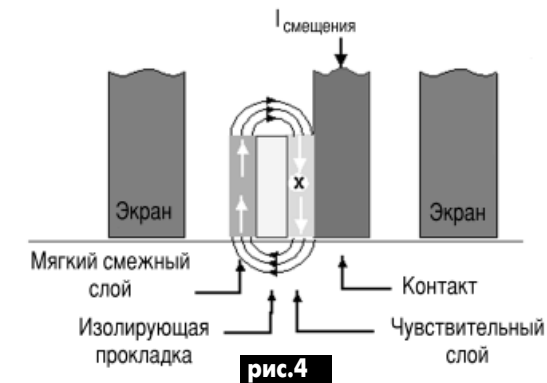
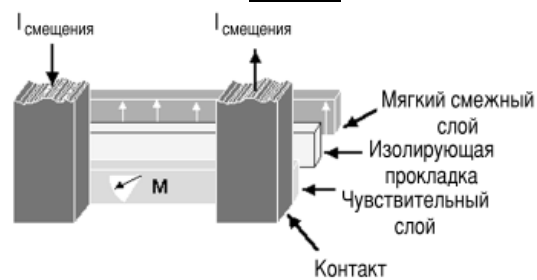


рис.4

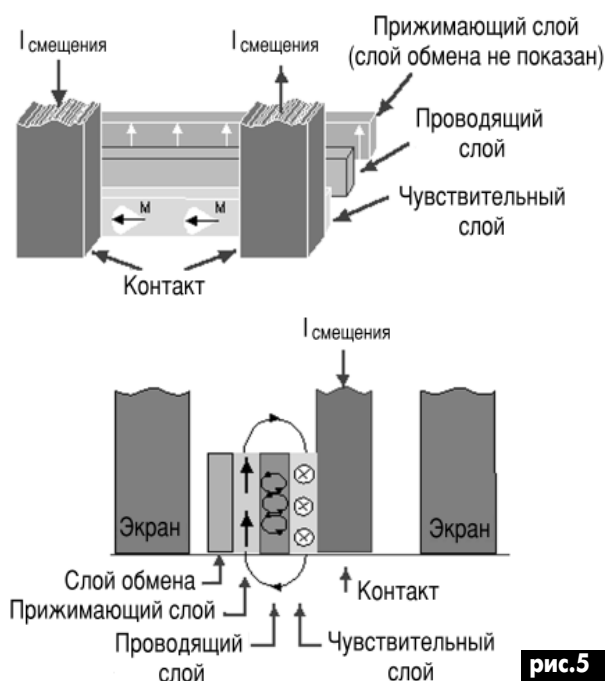


рис.5

МРЭ и ГМРЭ датчики делают из множества тонких пленок (рис.4, 5). Оба датчика имеют чувствительный слой, соответствующий внешнему магнитному полю. В отсутствие этого поля слой спонтанно намагничивается по длинной оси слоя параллельной диску. Фиксированное магнитное поле (горизонтальное смещение) также прикладывается в этом направлении жесткими смещающими пленками для установки единой магнитной области в чувствительном слое. Эта магнитная область минимизирует шум и способствует процессу чтения. Магнитная ориентация чувствительного слоя вращается от параллельной до перпендикулярной, когда прикладывается перпендикулярное магнитное поле.

Основы МРЭ датчика. В типичном МРЭ-материале (сплав железо-никель) электроны движутся менее свободно (более часты столкновения с атомами), когда направление их движения параллельно магнитной ориентации в материале. При этом сопротивление материала увеличивается. Если не приложено перпендикулярное магнитное поле, магнитная ориентация параллельна диску и потоку электронов, следовательно, сопротивление чувствительного слоя выше. Перпендикулярное магнитное поле может вращать магнитную ориентацию слоя, уменьшая его сопротивление (рис.6). Однако как положительная, так и отрицательная полуволны перпендикулярного поля дают то же сопротивление. Чтобы избежать этой неопределенности прикладывается постоянное перпендикулярное смещение.

Основы ГМРЭ датчика. Фирма IBM разработала ГМРЭ датчик, состоящий из 4 тонких пленок: чувствительного слоя, проводящего слоя, прижимающего слоя и слоя обмена. Первые три пленки очень тонкие, позволяют электронам чаще проходить вперед и назад между чувствительным и прижимающим слоями через проводящий слой. Магнитная ориентация прижимающего слоя фиксирована и удерживается слоем обмена, в то время как магнитная ориентация чувствительного слоя меняется в соответствии с магнитным полем диска.

Изменение магнитной ориентации чувствительного слоя вызывает изменение сопротивления чувствительного и прижимающего слоев. В ГМРЭ датчике используется квантовая природа электронов, имеющих два направления вращения: прямое и обратное. Электроны, у которых направление вращения параллельно ориентации магнитного поля материала, движутся быстрее, создавая малое сопротивление. И наоборот, электроны с противоположным вращением чаще сталкиваются с атомами, создавая большое сопротивление.

Эти процессы показаны на рис.7. Низкое сопротивление наблюдается, когда чувствительный и прижимающий слои магнитно ориентированы в одинаковом направлении, тогда электроны с "+"-спином свободно проходят в обоих слоях. При противоположной магнитной ориентации электроны с "+"-спином тормозятся в одном

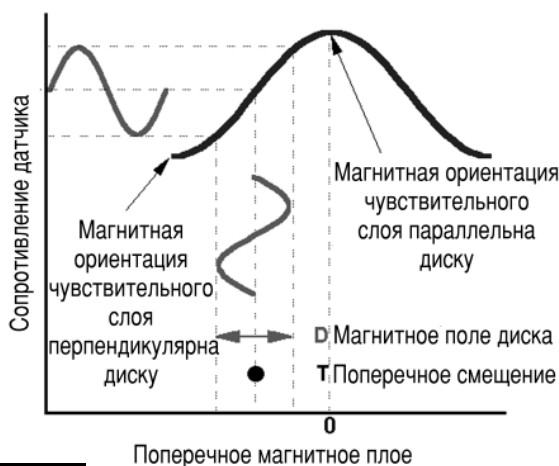


рис.6

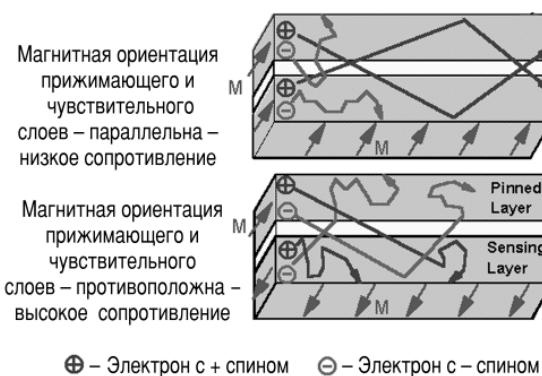


рис.7



рис.8

слое, а электроны с "-"-спином - в другом. Рис.8 иллюстрирует результат изменения поперечного магнитного поля.

Применение ГМРЭ датчиков при плотностях записи выше 10 Гбит на кв.дюйм. Если вспомнить опыт с МРЭ-датчиками при плотности записи 2,6 Гбит/с, то максимальная толщина магниторезистивного датчика составила всего 0,12 мкм. Поскольку толщина датчика составляет 1/3 от ширины записываемой на диске точки, то для плотности записи 10 Гбит на кв.дюйм требуется толщина датчика от 0,04 до 0,02 мкм. Такая толщина датчика ГМРЭ, в принципе, сейчас достигнута, но при малой площади датчика возникают проблемы с влиянием температуры и скорости изменения информации. Для достижения требуемых результатов нужны дальнейшие усилия ученых. В ряде случаев требуется создание слоя толщиной в 15 атомных радиусов.

Выводы. Общее направление фирмы IBM на создание магнитных головок на основе ГМРЭ оказалось правильным. Технологические трудности преодолевались ранее, тем более они будут преодолены сейчас. За 10 лет с 1990 по 2000 г. плотность записи на жесткий диск компьютера увеличилась в 100 раз. Нет оснований думать, что этот темп не будет поддержан в дальнейшем.



фото 1

2 мая 1892 г. началось постоянное трамвайное движение на первом в Российской империи электрифицированном участке в Киеве от Царской площади до Александровской площади (сейчас Европейская и Контрактная площади). Как мы знаем, первый в мире электрический трамвай пустил в Берлине в 1880 г. Вернер фон Сименс (см. РЭ 3/01, с.31). Киевский трамвай был вторым, хотя в том же 1880 г. в Петербурге проводились опыты по перемещению вагона с помощью электричества, но ряд проблем был не решен, и опыты были заброшены.

В Киеве с его пересеченной местностью, большим перепадом высот проблема транспорта существовала всегда. К 80-м годам XIX в. вследствие промышленного развития население города достигло 200 тыс. человек. На смену дилижансам в Киеве пришла "конка" - вагон, запряженный парой лошадей. "Конки" появились в то же время во многих городах Российской империи. Но если в таких "плоских" городах, как Москва и Петербург, "конки" работали успешно, то в Киеве, для того чтобы вытянуть "конку" на крутом участке, приходилось впрягать дополнительно две, а то и четыре лошади. При этом требовалось незаурядное искусство кучера. Лошади требовали специального ухода, кормления и лечения. В результате "конка" в Киеве оказалась убыточной. А, например, в Петербурге "конка" была рентабельной, и электрический трамвай там был пущен только в 1907 г.

Вскоре наряду с "конкой" в Киеве появились вагоны на паровой тяге. Выглядели эти вагоны забавно. В локомотиве был установлен котел, вокруг которого гуляли важный механик и измазанный углем кочегар. Паровики страшно громыхали, густым дымом отравляли

КИЕВСКОМУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ТРАМВАЮ - 110 ЛЕТ!

воздух. При этом если на ровном участке локомотив тянул два вагона, то на подъеме только один. К тому же паровые трамваи были пожароопасными. Оказалось, что они также убыточны. После появления электрического трамвая паровики продержались еще до 1904 г. на линии до Пушчи-Водицы, а затем были заменены.

Инициатором трамвайного движения в Киеве был Аманд Егорович Струве (см. фото 1). Это был военный инженер и незаурядная личность. Перед этим он построил крупнейший в Европе железнодорожный мост через Днепр, реконструировал Мариинский дворец, соорудил городской водопровод и газовый завод. Струве организовал акционерное "Общество киевской городской железной дороги". Именно это общество проложило рельсовые пути и начало движение "конок" и паровых локомотивов. Но убыточность этих видов трамваев привела к необходимости опробовать электрический трамвай, тем более что такой трамвай успешно эксплуатировался в Берлине.

Осенью 1891 г. на Александровском спуске (линии с самым крутым подъемом) был успешно проведен опыт по эксплуатации вагона электрического трамвая. Городская Дума дала "добро". Интересно, что Общество выдало нотариально заверенную расписку о немедленном прекращении эксплуатации трамвая в случае, "если последний окажет вредное воздействие на телефонные и телеграфные провода". После начала эксплуатации по линии ходило только три вагона, так как Дума считала этот маршрут опытным. Но эксплуатация показала, что электрический трамвай дает прекрасный коммерческий результат. И уже к 1895 г. все городские трамвайные линии были переведены на электрическую тягу. Задержка произошла только с линией на Пушча-Водицу, где в 1904 г. построили дизель-моторную станцию, и тогда в Пушча-Водицу пошел электрический трамвай.

Первые киевские трамваи были построены по образцу американских на Коломенском вагоностроительном за-

воде, принадлежащем Аманду Струве. В вагоне было 22 места для сидения, расположенные вдоль салона. На обеих площадках и внутри салона могло разместиться стоя еще 18 пассажиров (см. фото 2). Кондукторы строго следили, чтобы в салонах не было лишних пассажиров, поскольку мощность мотора была всего 27 л.с., а подъемы были крутыми.

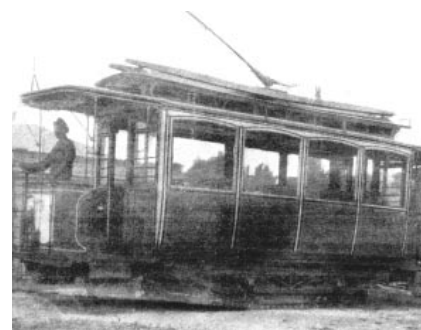


фото 2

К 1913 г. в Киеве был уже 21 трамвайный маршрут, опутавший город словно паутина. В этом году трамваи перевезли 65 миллионов пассажиров. Но они возили также и грузы. Замысел Струве сводился к тому, что линии трамвая должны замкнуть в единое целое товарную станцию, речной порт и крупнейшие заводы.

По примеру Киева началось строительство электрических трамвайных линий во всей Российской империи. К 1900 г. электрические трамваи уже бежали по рельсам в Москве, Казани, Нижнем Новгороде, Ростове и ряде других городов. Только в Петербурге по указанной выше причине ввод электрического трамвая задержался.

К сожалению, в последнее время, когда в крупных городах Европы трамвай - самый экономичный и экологичный вид транспорта - переживает второе рождение, в Киеве трамвайные линии постепенно уничтожаются. А ведь наш трамвай был первым в России и вторым в Европе!

Литература

1. Анисимов А. *Анатомия трамвая*//Киевский телеграф. - 2002. - N 11, 12.



ХЭМФРИ ДЭВИ

Хэмфри Дэви - замечательный английский ученый, создатель электрохимии, а еще он прославился тем, что открыл миру великого Майкла Фарадея (его биографию см. в РЭА/2000, с.60).

Хэмфри Дэви родился 17 декабря 1778 г. в небольшом городке Пензанс, в Англии. Его отец был ремесленником - резчиком по дереву. Учился Дэви в своем городке в местной грамматической школе. В 1794 г. умер отец, и юноше пришлось начать работу, чтобы прокормить мать и сестер. Дэви устроился помощником местного аптекаря и параллельно занимался самообразованием. Однажды один из посетителей аптеки увидел, что юноша читает по-французски книгу знаменитого химика А. Лавуазье. Он рекомендовал Х. Дэви в медицинский институт в Бристол (1798 г.).

Здесь Дэви занялся изучением свойств окиси азота. Он испытывал этот газ на себе в различных кон-

центрациях и открыл его удивительные свойства. Свои исследования Дэви опубликовал в книге "Исследования, касающиеся окиси азота" в 1800 г.

В 1801 г. Дэви принял предложение читать лекции в Королевском институте Великобритании. В 1802 г. он стал профессором этого института, в 1803 г. - членом Королевского общества (аналог Академии наук).

Изобретение А.Вольтой источника электрического тока (вольтова столба) в 1800 г. буквально потрясло всех европейских ученых (об А. Вольте см. в РЭА/2000, с.60). Начались многочисленные эксперименты с электричеством. Не избежал этого и Дэви. В 1806 г. он изготовил сверхмощный вольтов столб и начал пропускать ток через растворы солей. Дэви обнаружил, что под действием тока соли разлагаются на компоненты, которые оседают на разных выводах батареи. Благодаря этому Дэви открыл такие химические элементы, как кальций, барий, стронций, магний, натрий, калий и бор. Это щелочные элементы, которые ранее ученые просто были не в состоянии выделить из солей. Так Х.Дэви сделал свое величайшее научное открытие и стал основоположником электрохимии. Его слава гремела по всей Европе. Король Георг III присвоил Дэви титул баронета.

Лекции Х. Дэви собирали большую аудиторию. Дэви приметил на своих лекциях худенького юношу, который внимательно слушал лектора и задавал непростые вопросы. Как-то профессор попросил юношу помочь ему с оформлением наглядного материала. Через год Дэви пригласил молодого человека на должность ассистента в свою лабораторию (1812 г.). Зва-

ли нового ассистента Майкл Фарадей. Под руководством Х. Дэви он стал одним из величайших ученых.

В процессе своих работ Дэви сделал весьма полезное изобретение - безопасную лампу для шахтеров, которая облегчила их труд (на протяжении многих лет он получал от шахтеров письма с благодарностями). Он занимался также работами по геологии и сельскохо-

зяйственной химии, писал стихи и прозу.

В 1820-1827 гг. сэр Хэмфри Дэви был президентом Королевского общества Великобритании. Он много путешествовал по Европе. Во время одного из путешествий Дэви остановился в Женеве. На следующий день 29 мая 1829 г. он умер в гостинице "Корона" от кровоизлияния в мозг.

Визитные карточки

НВК ПП "АЕС"

Украина, Киев, ул. Красногвардейская, 5, т.(044) 552 40 05, ф. 552 40 05
Производство: понижающие трансформ. 0,1 - 20 кВт по ТУ заказчика. Электромонтажные работы. Реализация: автоматы; изделия электроустановочные; кабели; прожекторы; измерительные приборы; изоляционные материалы; электродвигатели и пр.

ООО "Атлантис"

Украина, Днепропетровск, ул. Шевченко, 37
т/ф (056) 770 20 40, 744 04 76
http://www.atlantis.com.ua E-mail: office@atlantis.com.ua
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: разработка систем АСУ ТП; поставка оборудования; программное обеспечение.

ЧП "Интекс-сервис"

Украина, 04201, Киев, Минское шоссе, 4, т.(044) 432 24 13, 568 21 38
Низковольтная аппаратура. Реализация: автоматы, пускатели, кнопки, реле, контакторы, концевые выключатели, трансформаторы, электромагниты и др.

АОЗТ "НПП "Перспектива"

Украина, 03187, Киев, пр. Ак. Глушкова, 40
т/ф (044) 266 25 61, 266 24 89, E-mail: gals@kiev-page.com.ua
Разработка и поставка электронных АТС. Создание различных (в том числе бортовых авиационных и космических) устройств контроля управления и индикации. Разработка, модернизация и изготовление тренажеров транспортных средств и других сложных объектов управления.

ООО "Конкорд"

Украина, 04074, Киев, ул.Десятенко, 26/28, т/ф (044) 4301018, 5361836
Кабельные и матовые муфты 0,4 - 10 кВт, концевые заделки, воронки, ролики, припои, наконечники, гильзы. Лента смоляная, ПВХ, х/б, стеклолента. Матика, паяльные материалы. Пломбираторы, пломбы, тросики. Доставка.

ТЕХНОКОН

Украина, 61044, Харьков, пр. Московский, 257, оф.905,
т/ф (0572) 16 20 07, 17 47 69, E-mail: tecon@velton.kharkov.ua
Авторизованный системный интегратор SCHNEIDER ELECTRIC. Разработка АСУ ТП "под ключ"; системы учета энергоресурсов; поставка оборудования (контакторы, пускатели, авто-маты, частотные преобразователи и др.); измерительная техника для энергетики.

ООО НПП "ЛОГИКОН"

Украина, 03150, г.Киев, ул. Андри Барбюсса, 9А, к.402
т/ф (044) 252 80 19, 261 18 03
http://www.logicon.com.ua E-mail: info@logicon.com.ua
Поставка: источники питания и преобразователи, кабели, клеммы коммутационные и для печатного монтажа, приборные корпуса и стойки, электролюминесцентные и жидкокристаллические дисплеи, кнопки и матричные клавиатуры, кабельные вводы и сальники, датчики, промышленные контроллеры.

НПП "Электромир"

Украина, Киев, Донецк, ул. Артема, 173/16, т.(062) 3819245, ф.3819247
E-mail: elmir@skif.net
Стабилизаторы напряжения однофазные и трехфазные, электротехническое и светотехническое оборудование, дизель-генераторы и бензиновые электростанции.

"SHUPA GmbH"

Украина, Киев, т. (044) 466-8146, ф. (044) 565-2805
Поставки электротехнической продукции: дифференциальная и токовая защита, реле, шкафы распределительные и фурнитура, автоматика для систем освещения, короба.



ЗАО "Парис"

Все для коммуникаций

разъемы D-SUB, CENTRONICS, BNC, N, F и другие шнуры интерфейсные силовые, SCSI, переходники и др. клеммы, клеммники, цанги под микросхемы и прочие компоненты	кабель витая пара, коаксиал и телефония 3-й и 5-й категории стяжки, скобы и крепежные компоненты фирмы KSS модемы, сетевое оборудование и наборы инструментов
---	---

295-17-33
296-25-24
296-54-96

ул.Промышленная,3

Приглашаем к сотрудничеству дилеров

магазин "Нью-Парис" Киев, проспект Победы,26
 Тел. 241-95-87 . 241-95-89 . факс 241-95-88

Действует система скидок !

ВНИМАНИЕ! ДП Издательство "Радиоаматор" продолжает акцию по продаже технической литературы по сниженным ценам. Цены на издания снижены на 5-10%. Спешите оформить заказ.

Table with two columns: book titles and prices. Includes categories like 'Входные и выходные параметры бытового радиоэлектр. аппар.', 'Схематехника автоответчиков', 'Телефонные сети и аппараты', etc.

Оформление заказов по системе книга-почтой

Организации

Оплата производится по б/н расчету согласно выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044)248-91-57 или почтой по адресу: 03110, Киев-110, а/я 50, "Издательство "Радиоаматор". В заявке укажите свой номер факса, почтовый адрес, ИНН и № с-ва плат. налога.

Частные лица

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: 03110, Киев-110, а/я 50. Маторному Валерие Владимировичу. В отрывном талоне бланка почтового перевода четко укажите свой обратный адрес и название заказываемой Вами книги.