

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОАППАРАТУРА

- 2 Автодайджест по зарядным устройствам Н.П.Горейко
4 Регулятор мощности для электронагревательных приборов О.В.Белоусов
5 Проектирование преобразователей напряжения и частоты большой мощности А.Н.Маньковский
7 Особенности сварочной дуги переменного тока В.А.Кучеренко
18 Уменьшение влияния электросварочных аппаратов на сеть Ю.Бородатый

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕМОНТ

- 9 Электричество и наше здоровье А.Г.Зызюк
10 Противоугонное устройство для мотоцикла В.М.Палей
12 Универсальный автомобильный пробник (два в одном) С.М.Усенко
12 Схема управления насосом
13 Вместо выключателя - гвоздик В.Б.Ловчук
13 Бесплатное электрическое освещение Л.Б.Бигун, Ю.И.Бородатый
14 Трансформаторы питания на частоту 50 Гц О.Г.Рашитов

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТ

- 16 Схемы электробритв
17 Электрическая схема включения приборов автомобиля Волга ГАЗ 3110
18 Трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором общепромышленного исполнения
19 Четырехканальный стабилизатор напряжения K1055EP4

НЕСТАНДАРТНЫЕ ИДЕИ

- 20 Игровая индикация "Домино" Ю.П.Саража

ЭНЕРГЕТИКА

- 22 Ветроэнергетические установки: шаг вперед на два шага назад Д.А.Дуюнов, А.И.Шапаренко, А.В.Ануфриев

ЭЛЕКТРОШКОЛА

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

ЭЛЕКТРОНОВОСТИ

- 25 Маска сварщика с автоматическим ЖК-затвором
26 Дайджест по автомобильной электронике
28 Интересные устройства из мирового патентного фонда
29 Магнотристорный эффект
30 Страничка юмора. Метод подгонки для оценки результатов физического эксперимента
31 Ханс Кристиан Эрстед
31 Визитные карточки
32 Книга-почтой

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Уважаемые читатели!

Недавно у меня дома случилось ЧП. Многие годы я пользовался старым самодельным удлинителем. Для проведения какой-то работы он оказался коротким и я купил на рынке красивый 10-метровый удлинитель.

В тот день жена попросила включить стиральную машину. Поскольку розетки в ванной комнате нет и быть не должно, то "стиралка" включалась через удлинитель. И вот я решил, что раз есть новый удлинитель, то нужно включить через него. А поскольку все 10 м не были нужны, то я смотал с бухты провода 2 витка и включил в сеть. Через 10 минут квартира наполнилась удушливым дымом. Когда я подбежал к ванной комнате, то бухта провода нового удлинителя горела как костер. Пожар был потушен сразу, о нем напоминает выгоревший круг на дорожке. Очевидно произошел пробой между жилами удлинителя, но автомат на электрощите не сработал, поскольку сеть была нагружена на все 10 м бухты удлинителя и ток не превысил предельного.

Этот случай напомнил о том, что покупать электрооборудование на рынке просто опасно. Его изготавливают различные подпольные фирмы с нарушением технологии. А главное эта "продукция" не проходит сертификацию в испытательной лаборатории НИИ пожарной безопасности МВД Украины. О работе этой лаборатории рассказала газета "Вечерние вести" за 23 мая.

Знаете ли вы, что тепловой потенциал современной двухкомнатной квартиры эквивалентен трем бочкам бензина? А то, что пожары, причиненные электроизделиями, находятся в втором месте среди всех пожаров в Украине? По статистике НИИ пожарной безопасности среди пожароопасных приборов на первом месте находятся телевизоры, среди нагревательных приборов - электроплиты и отопительные приборы. Это так называемый "пожарный актив", а "пассив" - этажерки с книгами, диваны, коврики, покрывала, шторы. Кстати, мебель практически не проходит "испытаний огнем", хотя соответствующие нормы в НИИ разработаны.

Работники испытательной лаборатории показывали электротепловентилятор, который на испытательном стенде горел ярким пламенем, поскольку в нем неправильно установили защитное устройство, "самовыключающийся" чайник, пламя из которого "выпрыгнуло" больше чем на полметра и другие "чудеса". Увы, многие "товары, несущие огонь" минуют лабораторию, занимающиеся противопожарными испытаниями, и свободно продаются на рынке. Там появились даже самодельные электроплиты с открытой спиралью, которые не проходят испытаний ни по каким параметрам.

Поэтому в НИИ пожарной безопасности советуют приобретать электротовары не на раскладах, а в солидных специализированных магазинах и требовать при этом сертификат соответствия. Конечно, при этом нужно заплатить больше, чем на рынке. Но заплатить за такую "бережливость" можно не только имуществом, но и жизнью.

В чем я и убедился совсем недавно.

Главный редактор "Электрика" О.Н.Парталя

ЭЛЕКТРИК

Учредитель
ДП "Издательство Радиоаматор"
Издается с января 2000 г.
№ 6 (30) июнь 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.Парталя, 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
elektrik@sea.com.ua
http://www.ra-publish.com.ua
Адрес редакции:
Киев, Соломенская ул., 3, к. 803
А.Н.Зиновьев, 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 «Преса України», 03047, Киев - 047, пр. Победы, 50.
Зак. 0161206 Тираж 2200 экз.

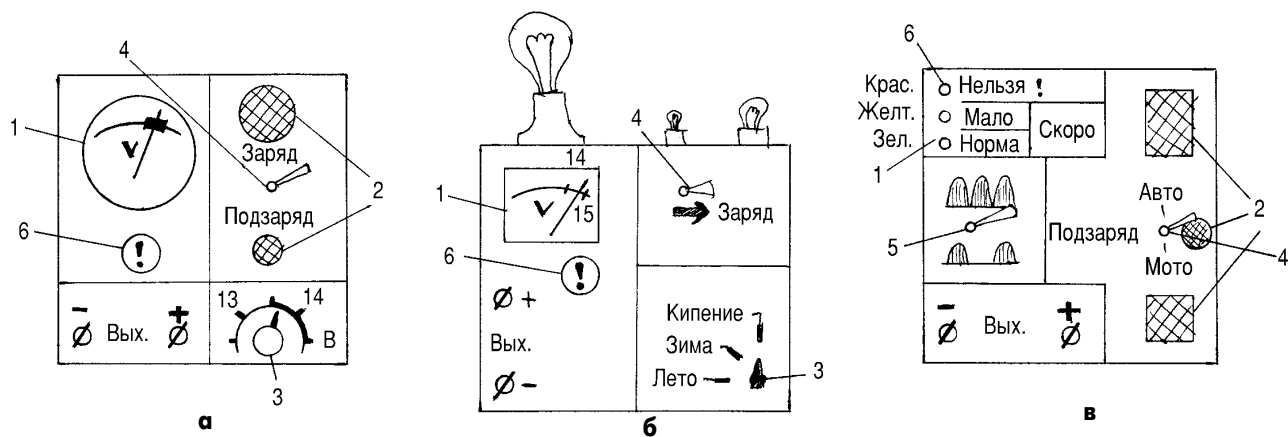


рис.3

Порядок включения:

1) при отключенных S1 и S1' (режим подзаряда) подсоединить ЗУ к клеммам батареи в обратной полярности - HL4 и HL5 должны светиться;

2) подсоединить ЗУ к батарее в правильной полярности - свечения не должно быть;

3) включить вилку в электросеть, должны засветиться HL3, HL4 и слабо HL1;

4) если все нормально, можно добавить ток переключателем S1 (если большой зарядный ток не идет, нужно увеличить нагрузку в бортовой сети (фары, звуковой сигнал);

5) если ЗУ "откликается" на увеличение нагрузки, можно включить S1' и продолжить включения/выключения мощных потребителей в бортовой сети.

Когда вы привыкнете к "умной" работе ЗУ, им можно смело пользоваться. Нелишне будет составить табличку величины токов заряда при разряженной батарее и включенных S1, S1' (в различных комбинациях). Если токи будут измерены при нормальном напряжении сети и вариантах HL1 60 и 200 Вт, таблица токов даст информацию о работе ЗУ в различных режимах.

Данное устройство можно и желательно подключить к батарее и в режиме пуска двигателя - помощь батарее будет оказана в необходимой мере. Для эффективного отвода тепла от ламп накаливания их необходимо закрепить снаружи или обеспечить их хорошую вентиляцию.

Выполненное по таким принципам устройство, при обеспечении вентиляции и охлаждения греющихся элементов, почти невозможно повредить электрическим воздействием. Все же необходимо избегать механических ударов, попадания внутрь корпуса посторонних предметов и жидкостей, закрывания вентиляционных отверстий.

Без наблюдения владельца ЗУ можно оставлять на довольно длительное время только в режиме подзаряда (иначе, при коротком замыкании в одной из банок ЗУ обеспечит чрезмерный заряд остальных

банок). Удобен такой цикл наблюдения за процессом подзаряда:

1) через пару недель убедиться, что напряжение на батарее нормальное, включение режима "заряд" не приводит к росту зарядного тока (по свечению ламп накаливания);

2) дать нагрузку на батарею (фары, звуковой сигнал), убедиться, что ЗУ начало подпитывать батарею в режиме "заряд";

3) через 10-15 мин, убедившись, что зарядный ток уменьшился, переключить устройство в режим "подзаряд".

Таким циклом владелец проверяет как работоспособность батареи, так и адекватное реагирование ЗУ. Даже при повреждении в схеме (и такой случай не отбрасывается!) лампа HL3 не даст возможности повредить батарею (предельный ток ограничен!).

На рис.2 (для сравнения см. рис.10 в РЭ 5/01, с.20) приведена схема вольтметра для ЗУ с растянутой ограниченной шкалой и сигнализацией о переплюсовке. Его можно использовать как в комплекте с ЗУ, так и отдельно (даже установить его в салоне автомобиля). Вольтметр содержит несколько узлов, которые помогают обеспечить хорошую "читаемость" шкалы и яркую сигнализацию о неправильном включении: микроамперметр PVI с резистором R1 составляют вольтметр со шкалой 0...6 В; прецизионный стабилитрон VD1 вычитает из выходного напряжения примерно 9 В; мощный стабилитрон VD2 ограничивает напряжение на измерительной схеме на уровне около 15 В; лампа накаливания HL1 необходима для защиты VD2 от повреждения большим током (стабилитроны нельзя включать без балластных элементов).

Таким образом, шкала измерительного прибора работает в интервале напряжений 9...15 В. Учитывая разброс параметров стабилитронов, нужно помнить, что эти границы неточны. Из этой ситуации есть два выхода: подобрать стабилитроны под указанные границы; выделить на шкале

метками зону рабочих напряжений (например, 13 В - требуется заряд, 14,5 В - нормальное напряжение). Во втором случае наблюдение за шкалой более простое, а ошибки менее вероятны.

При неправильном подключении к батарее стабилитрон VD2 ограничивает напряжение на схеме до 1 В, а лампа HL1 ярким свечением предупреждает об ошибке.

Напомним о необходимости подбора резистора R1. Не мешает впасть в схему резистор R2, который выводит стабилитрон из режима микротоков. Это повышает стабильность показаний прибора при изменениях температуры и влажности. Стабилитрон VD2 требует охлаждения, поэтому должен крепиться на металлической стенке корпуса прибора. Кроме защиты схемы от обратного напряжения стабилитрон VD2 позволяет схеме выдерживать без повреждений напряжение до 30 В.

На рис.3 (для сравнения см. рис.22 в РЭ 8/01, с.21) приведены варианты оформления передней стенки ЗУ, где рис.3,а - настольный вариант, рис.3,б - настенный вариант, рис.3,в - автомобильный вариант. Обозначения: 1 - вольтметр, 2 - светофильтры (окошки) ламп, 3 - регулировка выходного напряжения, 4 - переключатель силы тока, 5 - включение полувольты тока, 6 - индикатор переплюсовки.

Во всех вариантах исполнения отсутствует традиционный амперметр, его роль приближенно выполняют лампы накаливания, защищающие ЗУ и батарею от чрезмерных токов. В то же время, каждый вариант ЗУ имеет вольтметр с удобно читаемой шкалой (либо светодиодный). Выходное напряжение регулируется либо плавно, либо дискретно (летнее, зимнее, кипение банок).

Можно оборудовать ЗУ переключателем полувольты тока, а также переключателем режима десульфатации (если есть опасность "посадить" батарею до нуля). Такие схемы будут представлены позже.

РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

О.В.Белюсов, г.Черкассы

В литературе описано немало схем регуляторов мощности на тиристорах или симисторах. В основном используют фазовый принцип регулирования напряжения на нагрузке. Регуляторы такого типа создают помехи, далеко распростра-

няющиеся по электрической сети, поэтому их необходимо использовать только с громоздкими LC-фильтрами. В тех случаях, когда неважно, чтобы мощность отдавалась в нагрузку каждый полупериод, а необходимо регулировать сред-

нее значение мощности за некоторый промежуток времени, например, для электронагревательных приборов, уровень помех можно значительно снизить, коммутируя нагрузку при прохождении нуля напряжением сети.

За основу схемы **рис.1** взята публикация в "Электрике" 8/2000, с.23. Схема доработана, прошла испытания. Получить высокие электрические параметры удалось, только применив триак BT-137-600 фирмы Philips Semiconductor. У этого прибора оказался для данного класса симисторов малый ток управляющего электрода и малое падение напряжения в открытом состоянии. При исполь-

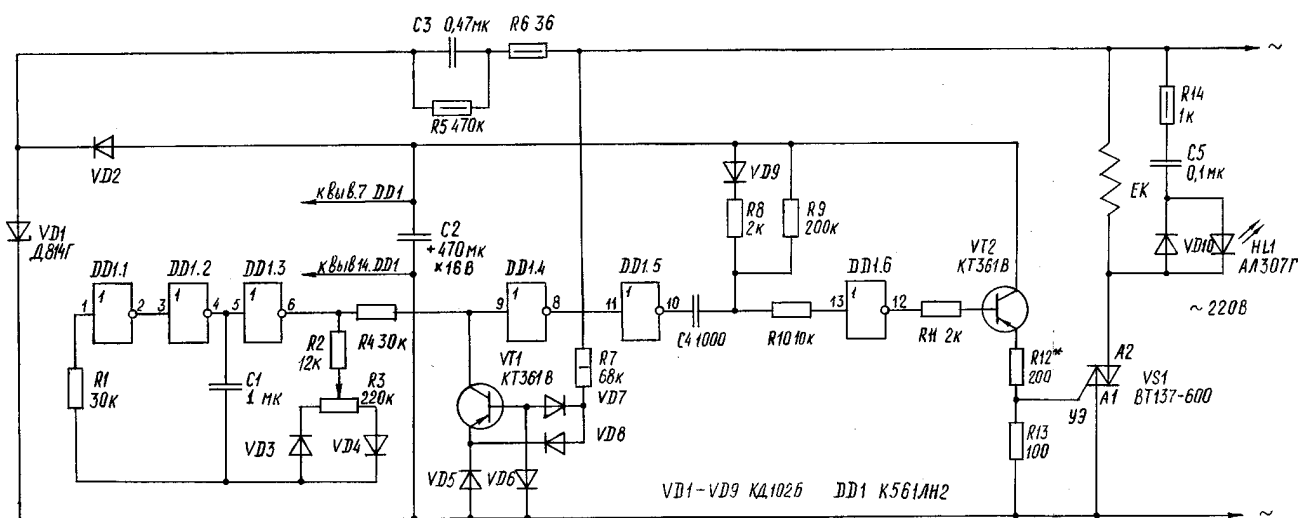


рис.1

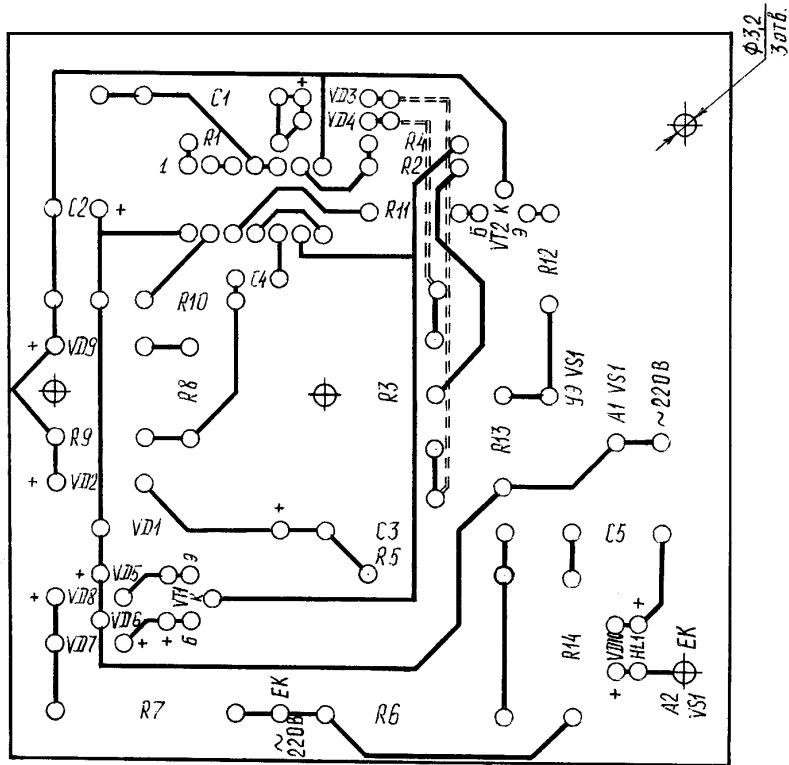


рис.2

зовании отечественных симисторов необходимо их подбирать по минимальному току управляющего электрода, исключив резисторы R12, R13.

В качестве C3 применен конденсатор типа К73-17 с рабочим напряжением 400 В. Резистор R3 типа СП3-4ам. Резисторы R5, R6, R14 имеют мощность 0,5 Вт, остальные резисторы мощностью 0,125 Вт.

Регулятор смонтирован на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, размерами 80x80 мм. Рисунок печатной платы и размещение на ней элементов показаны на **рис.2**. Симистор установлен на ребристом радиаторе из алюминиевого сплава размерами 70x40x25 мм.

Собранная схема установлена в корпусе от регулятора температуры типа РТ-3. Налаживание схемы заключается в подборе резистора R12 по надежному включению в диапазоне изменения напряжения сети. Схема прошла более чем годовое испытание совместно с электроплиткой "Мальва" мощностью 1 кВт, замечаний по ее работе не было.

Проектирование преобразователей напряжения и частоты средней и большой мощности

А.Н. Маньковский, Донецкая обл.

(Продолжение, начало см. в РЭ 3-5/02)

Двенадцатипульсные составные выпрямители

Составные 12-пульсные выпрямители можно создать при последовательном (рис. 18,а) или параллельном (рис. 18,б) соединении двух мостовых трехфазных выпрямителей. В первом из них вентиляльные комплекты подключены к нагрузке последовательно, поэтому напряжение на нагрузке равно сумме напряжений двух мостов:

$$U_H = U_{d1} + U_{d2} \quad (71)$$

Выходной ток первого моста протекает через нагрузку, а затем замыкается через второй выпрямительный мост, поэтому мгновенные значения токов равны $i_H = i_{d1} = i_{d2}$, средние значения токов связаны соотношением $I_H = I_{d1} = I_{d2} = 3I_a$.

В выпрямителях (рис. 19) применяют схемы подключения комплектов через трансформатор с двумя вторичными обмотками, одна из которых соединена в треугольник, а другая - в звезду. Равенство средних значений выходных напряжений обеспечивается выбором числа витков вторичных обмоток, соединенных в звезду или треугольник по соотношению $W_{2\Delta}/W_{2\lambda} = 3^{1/2}$.

Временные диаграммы напряжений и токов в двенадцатипульсных выпрямителях показаны на рис. 19.

Обратное напряжение на вентилях равно амплитуде линейного напряжения на вторичных обмотках трансформатора

$$U_{обр} = 1,05U_{d1,2} = 0,525U_H \quad (68)$$

Схема рис.19,а широко применяется в выпрямителях с высокими значениями выходного напряжения.

При больших значениях выходного тока применяется схема рис.19,б. Через нагрузку протекает сумма токов двух мостов $i_H = i_{d1} + i_{d2}$. Та же зависимость связывает и средние значения токов $I_H = I_{d1} + I_{d2} = 6 I_a$. Напряжение, приложенное к реактору L_y

$$U_p = U_{d1} - U_{d2} \quad (69)$$

$$U_H = (U_{d1} + U_{d2})/2 \quad (70)$$

$$U_H = U_{d1} = U_{d2} = 2,43E_2 \quad (71)$$

где E_2 - действующее значение фазового напряжения на вторичных обмотках трансформатора. В схеме рис.19,б обратное напряжение равно $1,05 U_H$.

Временная диаграмма тока i_1 (рис.19) представляет собой ступенчатую фигуру, больше приближающуюся к синусоиде, чем первичные токи ранее рассмотренных преобразователей. Поэтому двенадцатипульсные преобразователи по отношению к сети являются нагрузкой, свойства которой близки к линейной.

В составных двенадцатипульсных преобразователях рис.18 достигается не только увеличение мощности, отдаваемой в нагрузку по сравнению с мощностью одного комплекта, но и улучшается гармо-

нический состав выходного напряжения и тока, потребляемого из сети. Эти преимущества обусловили широкое применение двенадцатипульсных преобразователей в области больших мощностей.

Расчет параметров выпрямителей. В табл.5 сведены основные параметры неуправляемых выпрямителей.

Обозначения в табл.5: $n = w_2/w_1$ - коэффициент трансформации; m_n - периодичность выпрямленного напряжения (отношение частоты пульсаций выпрямленного напряжения к частоте сети); f_1 - частота первой гармоники выпрямленного напряжения; k_n - коэффициент пульсаций первой гармоники выпрямленного напряжения.

В табл.6 сведены соотношения между напряжениями, токами и мощностями в выпрямителях.

Для примера рассчитаем управляемую трехфазную мостовую схему выпрямителя с выпрямленным напряжением $U_d = 150...220$ В, выпрямленным током $I_d = 90$ А. Напряжение трехфазной сети $U_1 = 380$ В, частота тока питающей сети $f_1 = 50$ Гц, нагрузка выпрямителя - обмотка двигателя постоянного тока, индуктивность обмотки такова, что ток в ней непрерывен.

Расчет. Рассчитываем основные параметры выпрямителя в неуправляемом режиме ($\alpha = 0$). Напряжение холостого хода выпрямителя

$$U_{d0} = (1,05...1,2) U_d = 1,1 \cdot 220 = 242 \text{ В.}$$

Из табл.5 определяем:

$$U_{bм} = 1,05 U_{d0} = 1,05 \cdot 242 \approx 254 \text{ В;}$$

$$I_a = 0,333 I_d = 0,333 \cdot 90 \approx 30 \text{ А;}$$

$$I_2 = 0,82 I_d = 0,82 \cdot 90 = 73,8 \text{ А;}$$

$$U_2 = 0,43 U_{d0} = 0,43 \cdot 242 \approx 104 \text{ В;}$$

$$n = U_2 / U_1 = 104 / 380 \approx 0,274;$$

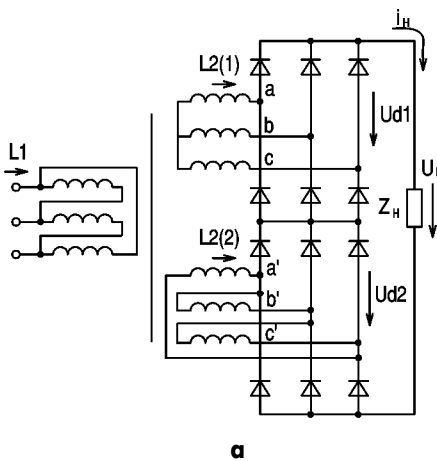


рис. 18

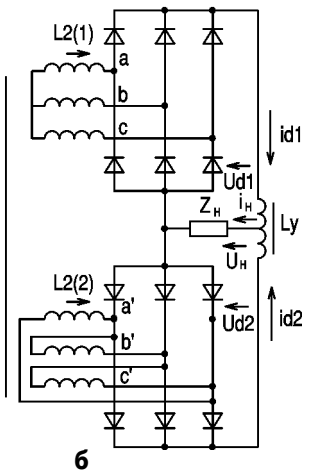


рис. 19

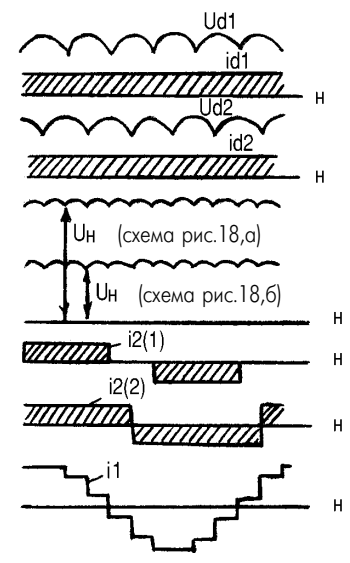


Таблица 5

Схема выпрямителя	Реакция нагрузки	Трансформатор						Вентиль			Нагрузка		
		E_2/U_d	I_2/I_d	I_1/nI_d	S_1/P_d	S_2/P_d	S_T/P_d	U_{bm}/U_d	I_a/I_d	$I_{a,эфф}/I_d$	m_n	f_1	k_n
Однофазная мостовая	Активная	1,11	1,11	1,11	1,23	1,23	1,23	1,57	0,5	0,785	2	100	0,667
	Индуктивная	1,11	1	1	1,11	1,11	1,11	1,57	0,5	0,71	2	100	0,667
	Емкостная	0,71	1,63	1,63	1,51	1,51	1,51	1,32	0,5	1,15	2	100	-
Однофазная двухполупериодная с нулевым выводом	Активная	1,11	0,789	1,11	1,23	1,73	1,48	3,14	0,5	0,785	2	100	0,667
	Индуктивная	1,11	0,707	1	1,11	1,57	1,34	3,14	0,5	0,71	2	100	0,667
	Емкостная	0,93	1,15	1,63	1,51	2,14	1,83	2,63	0,5	1,15	2	100	-
Трехфазная мостовая (соединение обмоток трансформатора звезда - звезда)	Индуктивная	0,43	0,82	0,82	1,05	1,05	1,05	1,05	0,333	0,58	6	300	0,057
	Емкостная	0,41	0,92	0,92	1,28	1,28	1,28	1	0,333	0,65	6	300	-
Трехфазная мостовая (соединение обмоток трансформатора звезда-треугольник)	Индуктивная	0,74	0,47	0,47	1,05	1,05	1,05	1,05	0,33	0,58	6	300	0,057
	Емкостная	0,71	0,53	0,53	1,28	1,28	1,28	1	0,33	0,65	6	300	-
Трехфазная с нулевым выводом	Активная	0,855	0,583	0,476	1,22	1,48	1,35	2,11	0,33	0,59	3	150	0,25
	Индуктивная	0,855	0,58	0,47	1,21	1,48	1,35	2,1	0,33	0,58	3	150	0,25
	Емкостная	0,71	0,8	0,47	2,06	2,1	2,08	2	0,33	0,8	3	150	-
Двойная трехфазная с уравнивающим реактором	Индуктивная	0,855	0,29	0,405	1,05	1,48	1,26	2,1	0,167	0,29	6	300	0,57

Таблица 6

Схема выпрямителя	Номер рисунка	Активная нагрузка		Индуктивная нагрузка (непрерывный режим)	U_{d0}/U_2	U_{bm}/U_{d0}	I_a/I_d	I_2/I_d	S_T/P_d
		Непрерывный режим	Прерывистый режим						
Однофазная мостовая симметричная	рис.6,а	$U_{d0}(1+\cos\alpha)/2$	-	$U_{d0}\cos\alpha$	0,9	1,57	0,5	1	1,11
Однофазная мостовая несимметричная	рис.6,б	$U_{d0}(1+\cos\alpha)/2$	-	-	0,9	1,57	0,5	1	1,11
	рис.6,в				0,9	1,57	Тиристор $(\pi-\alpha)/2\pi$ Диод $(\pi-\alpha)/2\pi$	1	1,11
Трехфазная мостовая симметричная	рис.13,а	$U_{d0}\cos\alpha$ при $\alpha < \pi/3$	$U_{d0}[1+\sin(\pi/6-\alpha)]$ при $\alpha > \pi/3$	$U_{d0}\cos\alpha$	1,35	1,05	0,33	0,82	1,045
Однофазная двухполупериодная со средней точкой	рис.1	$U_{d0}(1+\cos\alpha)/2$	-	$U_{d0}\cos\alpha$	0,9	3,14	0,5	0,71	1,34
Трехфазная со средней точкой	рис.11,а (соединение обмоток Δ/Y)	$U_{d0}\cos\alpha$ при $\alpha < \pi/6$	$U_{d0}/3^{1/2}[1+\sin\alpha(\pi/3-\alpha)]$ при $\alpha > \pi/6$	$U_{d0}\cos\alpha$	1,17	2,09	0,33	0,58	1,35
	соединение обмоток Y/Y				1,17	2,09	0,33	0,58	1,46

$I_{a,эфф} = 0,58 I_d = 0,58 \cdot 90 = 52,2 \text{ A};$
 $S_T = 1,05 P_d = 1,05 \cdot 220 \cdot 90 = 20790 \text{ ВА};$
 $I_1 = 0,82n I_d = 0,82 \cdot 0,64 \cdot 90 \approx 47,2 \text{ A}.$

Рассчитываем основные параметры выпрямителя в управляемом режиме ($\alpha \neq 0$). Из табл.6 для управляемого режима работы находим

$U_{d\alpha} = U_{d0}\cos\alpha$, отсюда
 $\cos\alpha = U_{d\alpha}/U_{d0} = 150/242 \approx 0,62$ и $\alpha = 51^\circ$.

Все остальные параметры такие же,

как и для неуправляемого режима. Тиристоры выбираем из условия максимального обратного напряжения и наибольших токов.

На основании расчета имеем $U_{bm} = 254 \text{ В}; I_a = 30 \text{ А}; I_{a,эфф} = 52,2 \text{ А}.$ Силовые вентили выбираем с запасом по обратному напряжению, т.е. $U_m = (1,3...1,5) U_{bm}.$

Для тиристоров $U_m = 1,5 \cdot 254 = 381 \text{ В}.$

Выбираем для выпрямителя шесть тиристоров типа ТЛ-100-4. Для охлаждения применяем типовые (6-реберные) охладители М-6Л, которые при естественном воздушном охлаждении позволяют нагружать тиристоры серии ТЛ током 40% от $I_{a,н}$, т.е. для выбранных тиристоров допустимый ток составляет $0,4 \cdot 100 = 40 \text{ А}.$

(Продолжение следует)

Особенности сварочной дуги переменного тока

(Продолжение. Начало см. в РЭ 9-12/01; 1-5/02)

В.А. Кучеренко, г.Киев

В реальных условиях параметры сварочной цепи ориентировочно имеют следующие значения: $R_0 \approx 10 \text{ Ом}$; $L_k \approx 5 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}$; $C_0 \approx 10^{-8} \text{ Ф}$; $R_k \ll R_0$, которые и принимаются при проектировании сварочных источников питания, поэтому запишем: $\theta > C_0 R_0$. Для соблюдения приведенного условия необходимо уменьшать "паразитные" емкости трансформатора, шунтируя дуговой промежуток и сопротивление R_0 дугового промежутка в момент изменения полярности тока. Постоянная времени θ увеличивается с увеличением энергии Q_{Γ} , принимающих участие в дуговом разряде электронов, ионов и нейтральных атомов и уменьшением мощности потерь энергии W_p . Низкое сопротивление дугового промежутка R_0 и высокое значение Q_{Γ} , характерные для дуг большой мощности, электроды которых имеют низкую теплопроводность. Мощность потерь W_p уменьшается в дугах с низкой начальной температурой (в парах дуги присутствуют легкоионизирующие элементы), которые горят в неподвижной атмосфере (отсутствует обдувание дуги продольными и поперечными потоками газов).

Дуга переменного тока периодически, с частотой питающей сети f , изменяет свою полярность, а погасает и зажигается снова с частотой $2f$. При использовании тока промышленной частоты ($f = 50 \text{ Гц}$) этот процесс повторяется 100 раз в секунду. Электрод и изделие 50 раз в секунду поочередно бывают катодом и анодом, то есть 50 раз в секунду происходит разрушение и формирование катодной и анодной областей и активных пятен, а также пере-

ориентация заряженных частиц в столбе дуги. Изменение полярности электродов вызовет изменение интенсивности и направления газовых потоков в дуге, что необходимо учитывать при оценке статического и динамического влияния дуги на жидкий металл сварочной ванны и электродного провода. Ток дуги, величина которого непрерывно изменяется на протяжении каждого полупериода по синусоиде, обуславливает изменение радиальных размеров столба, его температуры, размеров изотермических областей активных пятен на электродах и др., что в ряде случаев служит причиной важного расхождения технологических свойств дуг переменного и постоянного токов.

С точки зрения стабильности горения дуги важными факторами является время формирования постоянного дугового разряда и время деионизации плазмы столба дуги. Как известно, начальное зажигание дуги плавящимся электродом может осуществляться двумя способами: методом короткого замыкания электродного провода на изделие и бесконтактным методом. В первом случае ток идет по мости-

кам металла, которые осуществляют контакт электрода с изделием. Они быстро испаряются и пары лавинообразно ионизируются, после чего наступает стадия активной термической ионизации, характерной для стойкого дугового разряда. Во втором случае к электроду и изделию прикладывается высоковольтное и высокочастотное напряжение от 2 до 10 кВ. Время формирования постоянной дуги составляет $t_0 = (1 \dots 5) \cdot 10^{-5} \text{ с}$, то есть после окончания этого времени от начала разряда между металлическими электродами его параметры, при прочих равных условиях, приобретают значения, присущие сколько угодно продолжительному горению дуги. Время существования остаточной плазмы после прекращения сварочного тока зависит от многих факторов (материала электродов, скорости исчезновения тока, защитного газа и др.), но не превышает для стальных электродов 10^{-4} с , несмотря на то, что термоэмиссия из этих электродов существует 10^{-3} с .

Некоторые особенности горения дуги и изменение ее электрических параметров вытека-

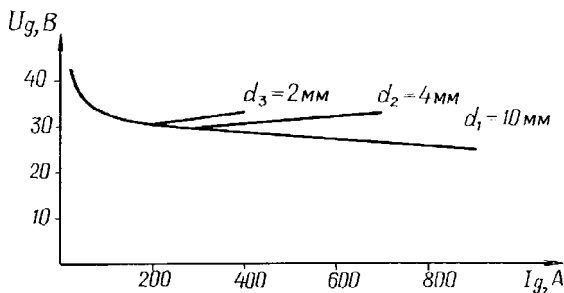


рис.25

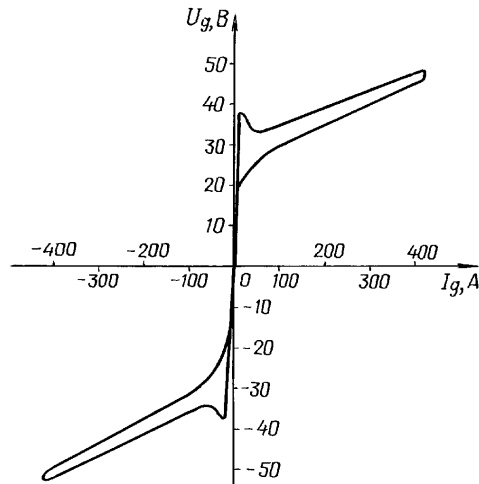


рис.26

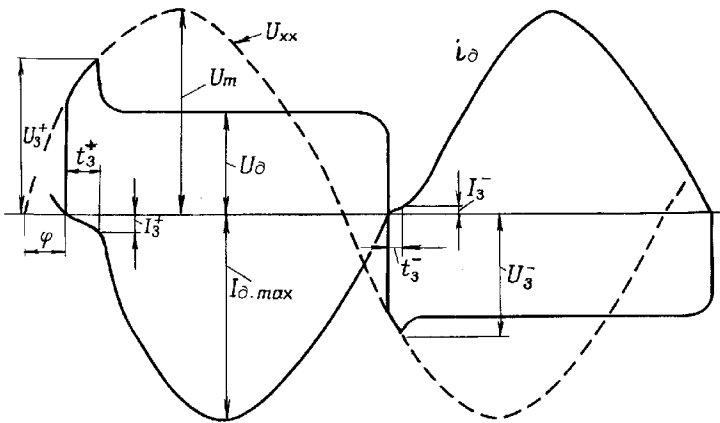


рис.27

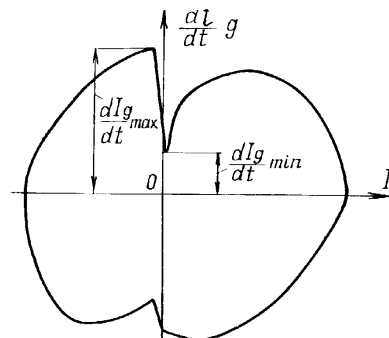


рис.28

ют из ее статической и динамической характеристик. Известно, что дуга является нелинейным элементом электрической цепи и статическая вольтамперная характеристика дуги (зависимость между постоянными действующими значениями тока и напряжения) имеет форму, близкую к U-образной (рис. 25), то есть в значительном диапазоне, величина которого зависит от плотности тока, напряжение на дуге остается практически одинаковым.

Динамическая характеристика дуги переменного тока (зависимость между мгновенными значениями тока и напряжения) является в большинстве случаев возрастающей (рис. 26). При этом восходящая и нисходящая ветви характеристики, как правило, не совпадают между собой. Возрастание характеристики обуславливается тем, что с ростом сварочного тока в дуговой разряд втягиваются все большие объемы газовой среды, на разогрев и диссоциацию которых нужна дополнительная энергия. Расхождение ветвей характеристики (тепловая инерция дуги) объясняет расхождение дугового разряда при одних и тех же мгновенных значениях тока в разные четверти полупериода. Почти вертикально возрастающие участки динамической характеристики свидетельствуют о том, что в момент перехода тока через нуль существует несамостоятельный разряд, и напряжение на промежутке резко увеличивается до U_3 .

Нелинейностью характеристик электрической дуги обуславливается отличие кривых напряжения дуги от синусоидальной формы напряжения холостого хода сварочного трансформатора (U_{xx}). Из типичных осциллограмм тока и напряжения (рис. 27) видно, что зажигание дуги после перехода тока через нулевое значение происходит по достижении на электродах напряжения зажигания U_3 . Ток дуги в момент ее зажигания ($t = t_3$) равняется току зажигания $I_d = I_3$. Величина его относительно небольшая ($I_3 = 8...10$ А). Момент зажигания дуги (t_3) наступает тем раньше, чем быстрее нарастает напряжение между электродами и чем меньше дуговой промежуток утратил заряженных частиц и тепловой энергии за время отсутствия тока. После зажигания дуги ток в дуговом промежутке изменяется приблизительно по синусоидальному закону, а напряжение от U_3 снижается к напряжению горения дуги U_d и остается на весь полупериод практически одинаковым. Ток и напряжение дуги для удобства изображены в противофазе.

Наличие перерывов в горении - характерная особенность сварочной дуги переменного тока. До конца полупериода перед угасанием дуги и после него с некоторым отставанием температура дугового газа существенным образом уменьшается (почти в два раза), степень его ионизации и электропроводность падают, температура анодного и катодного пятен снижается. В результате, повторное зажигание дуги может состоять только при повышенном напряжении U_3 , которое превышает величину дугового напряжения.

Величину U_3 в данное время не могут определить расчетным путем. Экспериментально установлено, что она зависит от теплофизических свойств материалов электрода и изделия, от состава газовой смеси в дуговом промежутке, от режима сваривания и многих других факторов. В частности, U_3 возрастает при

увеличении потенциала ионизации дугового газа, теплопроводности электродов, интенсивности их охлаждения, длины дугового промежутка, уменьшении мощности сварочной дуги. В те полупериоды, когда анодом является электрод, напряжение U_3^+ в большинстве случаев значительно выше, чем при расположении на нем катодного пятна, то есть $U_3^+ > U_3^-$. Напряжение зажигания значительно уменьшается, если в состав дугового газа входят легко ионизируемые элементы, которые снижают величину эффективного потенциала ионизации. Экспериментальные определения величины U_3 в зависимости от времени перерыва ($t_{п.д}$) в горении сварочной дуги подтвердили вышеизложенное. Так, для электродов ОММ-5 и ЦМ-7, обмазки которых имеют значительные количества элементов, которые легко ионизируются, - калия и натрия, величина U_3 при $t_{п.д} = 1 \cdot 10^{-2}$ с составила 60...65 В, в то время как для УОНИ-13 эта величина равняется 100...150 В, а для электрода без обмазки - больше 200...250 В. Исследователи определяли этим же методом величину U_3 для дуг, которые горят в разных защитных средах (Аг, CO_2 , открытый воздух) между стальными электродами. Ими было установлено, что дуга надежно зажигается при $U_3 = 100...120$ В, если продолжительность в перерыве горения дуги не превышает $(5...10) \cdot 10^{-6}$ с - для CO_2 , $(150...180) \cdot 10^{-6}$ с - для открытого воздуха и $(300...350) \cdot 10^{-6}$ с - для Аг. Увеличение длины дуги до 7 мм не сказывалось на величине U_3 . Величина тока дуги не оказывала заметного влияния на величину U_3 до тех пор, пока $t_{п.д}$ не превышало $200 \cdot 10^{-6}$ с. С дальнейшим увеличением $t_{п.д}$ величина U_3 немного снижалась с увеличением тока. Установлено, что величина U_3 для алюминия составляет 150 В, железа - 240 В, меди - 250 В. Как видим, во всех случаях величина U_3 не превышает 200...300 В при сравнительно небольших перерывах в горении дуги ($10^{-4}...10^{-2}$ с).

Величина U_3 может служить критерием оценки стойкости горения дуги. Нестойкий процесс сварки характеризуется большими значениями U_3 . Этот критерий отображает состояние межэлектродного промежутка в преддуговой период. Любое ухудшение условий повторного зажигания дуги приводит к увеличению U_3 .

Стабильность процесса сваривания можно оценить двумя методами: непосредственно во время проведения самой сварки или после обработки результатов и величин, которые характеризуют режим сварки. К первому методу относятся следующие оценки: по баллам, если сварщик, наблюдая непосредственно за горением дуги, оценивает по пятибалльной системе ее стойкость, как признак стабильности процесса; по частоте обрывов горения дуги; по разрывной длине дуги; по величине минимальной U_{xx} сварочного источника питания, при которой все еще возможно стабильное горение дуги. Второй метод оценки стабильности процесса сварки переменным током основан на изучении взаимосвязей характеристик дуги и источника питания. Определенный интерес представляет способ оценки стойкости горения дуги по величине скорости на-

растания тока при коротком замыкании дугового промежутка каплей, которая представляет собою функцию $di_d/dt = f(i_d)$ (рис. 28).

Минимальное значение производной тока $(di_d/dt)_{min}$ может служить критерием стабильности горения дуги. Считается, что нижняя граница стойкого горения дуги обеспечивается источником, скорость изменения тока которого равняется 10 кАс^{-1} . В качестве критерия оценки стабильности было предложено взять разность величин скорости нарастания тока $(di_d/dt)_{max} - (di_d/dt)_{min}$. Скорость изменения тока при его переходе через нуль $(di_d/dt)_0$ в значительной мере определяется амплитудным его значением. Чем меньше ток, тем ниже di_d/dt , поэтому вводят коэффициент стабильности горения дуги как отношение минимальной производной тока $(di_d/dt)_{min}$ (в момент его перехода через нуль) к максимальному (при затухании дуги) - $(di_d/dt)_{min}/(di_d/dt)_{max}$. Критерий оценки стойкости горения дуги $(U_m \sin \phi - U_d)/(U_m \sin \phi - U_d)$ связывают с характеристиками сварочного трансформатора (U_m - амплитудное значение синусоидального напряжения холостого хода трансформатора) режимом сварки и индуктивностью контура ($U_d \sin \phi$).

Критерий стабильности горения дуги $V = I_3/U_3 t_3$ учитывает средние значения величин тока I_3 , напряжения U_3 и времени t_3 , при которых дуга повторно зажигается. Критерий Коррера связывает стабильность горения дуги с напряжением холостого хода сварочного трансформатора и его током короткого замыкания, хотя известно, что формы тока сварочной дуги и тока короткого замыкания источника питания отличаются друг от друга, в особенности, если индуктивность источника питания нелинейная. В двух последних критериях предполагается, что U_{xx} сварочного трансформатора определяет U_3 . Между тем показано, что увеличение U_{xx} полезно только до определенного предела, который зависит от режима сварки, характеристик электрода и др. Превышение его не улучшает заметно стабильности горения дуги. Очень сложный, по нашему мнению, был предложенный критерий, который учитывает частоту сети питания, геометрию сварочного трансформатора, полное сопротивление сварочной цепи в момент зажигания дуги, продолжительность преддугового периода, угол сдвига фаз между напряжением холостого хода и током дуги.

Рассмотренные критерии стабильности горения дуги учитывают много физических процессов дуги и цепей ее питания. Они применяются для оценки стойкости горения дуг, как с неплавящимся электродом, так и с плавящимся. Как известно, первые в большинстве случаев горят более стойко, чем вторые. Процессы в этих дугах отличаются между собой, прежде всего переносом металла через межэлектродный промежуток (во втором случае), который практически не учитывается ни в одном из приведенных критериев. Как будет показано дальше, перенос электродного металла существенным образом влияет на стабильность горения дуги, а потому необходимо остановиться на формах переноса подробнее.

(Продолжение следует)

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И НАШЕ ЗДОРОВЬЕ

А.Г.Зызюк, г.Луцк

О том, что человек должен регулярно заниматься физкультурой (или трудом) на свежем воздухе, известно всем. Здесь и отрицательных ионов кислорода в сотни раз больше, чем в помещении, и атмосферное электричество присутствует.

Известно, что постоянное электрическое поле является естественным фактором природы [1]. Очень жаль, что такого электрического поля внутри зданий нет (разве что крышу убрать). Эквипотенциальные поверхности электрического поля земной атмосферы огибают здания, и внутри них градиент электрического поля атмосферы равен нулю. А в то же время при хорошей погоде вне зданий этот градиент равен 100 В/м. Во время грозы и того более - до 40000 В/м.

Если отрицательный электрод источника постоянного высокого напряжения соединить с металлическим острием или с тонкой проволокой (диаметром менее 0,15 мм), а положительный электрод заземлить, то между острием и землей (это потолок, стены и пол помещения) возникнет электрический разряд. Этим явлением можно воспользоваться, чтобы исправить ситуацию в помещении. Чтобы обеспечить требуемые характеристики, напряжение между электродами должно быть более 300-500 В.

В качестве отрицательного электрода я применил... излучатель от "люстры Чижевского". Эта люстра способствует концентрации мелкодисперсной пыли на потолке, о чем было сказано в [2]. Поэтому было изготовлено несколько конструкций настольных аэроионизаторов, чтобы избавиться от "привязки" к потолкам. Кроме того, люстра создает

большие неудобства, когда на нее подано напряжение более 25 кВ. В этом случае долго под люстрой не высидишь, да и нельзя этого делать. Совсем иное дело, когда на нее подается напряжение 500-1500 В. И потолок не нужно очищать от пыли, и польза имеется.

Если от "люстры Чижевского" на теле ощущались "мурашки" и другие неприятные эффекты, то подача потенциала 1-2 кВ малоощутима, а вот на производительность умственного труда оказывает более чем ощутимое влияние.

До использования комнатной электростатики я просто не мог просидеть несколько часов подряд без принудительных физических упражнений и значительных перерывов. После установки люстры с потенциалом 880 В (или 1760 В) над рабочим письменным столом ситуация кардинально изменилась. Удивительно, что эффект увеличения производительности умственного труда оказался большим, чем от аэроионизаторов. Если количество отрицательных ионов можно еще восполнить проветриванием помещений, то атмосферное электричество с воздухом никак не привлечешь. Поэтому нужно восстановить электрический микроклимат.

Схема, по которой проводились испытания, изображена на **рис.1**. Как видим, это умножитель напряжения на восемь. Предусмотрено два значения выходного напряжения - 880 или 1760 В. Резисторы R1 и R2 являются ограничителями тока и предохранителями одновременно. Резисторы R5, R6, R7 исключают поражение электрическим током в моменты прикосновения рук к люстре.

На светодиоде выполнен индикатор включения устройства в сеть (элементы R3, R4, VD9, VD10) Можно, естественно, использовать и сетевой трансформатор с повышающей обмоткой, но вариант рис.1 более прост и надежен, и он работает сутками без выключения сетевого напряжения.

Печатные платы показаны на **рис.2**. При желании размеры можно уменьшить в несколько раз, но я не сторонник размеров спичечного коробка.

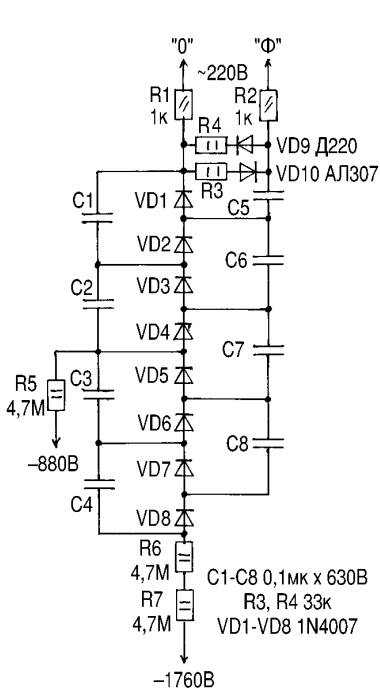


рис.1

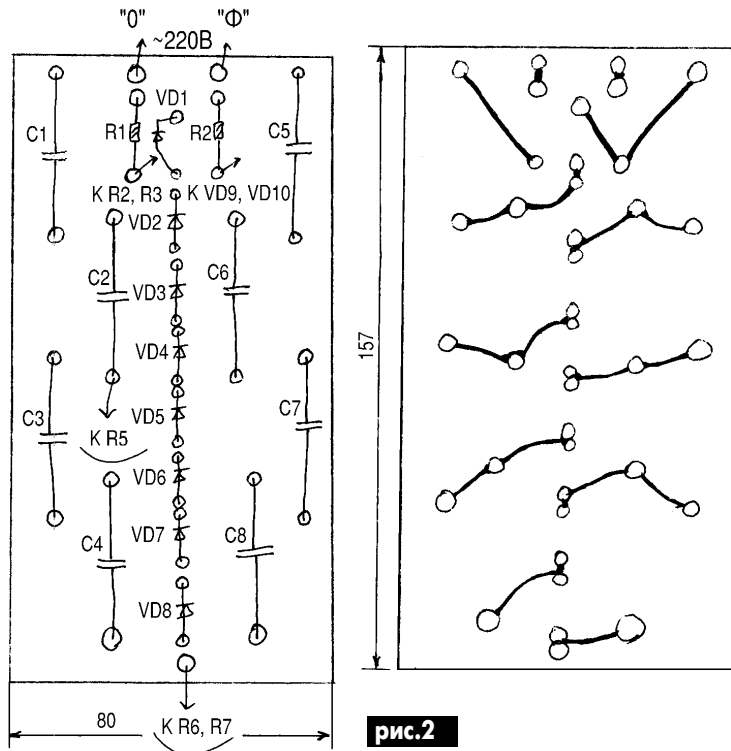


рис.2

Детали. Пригодны любые диоды и конденсаторы на напряжение более 600 В. В моей разработке использовались диоды 1N4007 (1 А, 1000 В) и конденсаторы типа К73-17 емкостью 0,1 мкФ на напряжение 630 В. Резисторы R1 и R2 типа МЛТ-0,125 или 0,25. Резисторы R3 и R4 типа МЛТ-2. Светодиод зеленого свечения (хотя это не имеет значения). Резисторы R5-R7 типа ВС-2. Каждый такой резистор выдерживает согласно ТУ напряжение 1000 В (для МЛТ-2 допустимо 750 В, для МЛТ-1 - 500 В, для МЛТ-0,5 - 350 В, для МЛТ-0,25 - 250 В, для МЛТ-0,125 - 200 В).

Исходя из этих цифр, набираем необходимое количество выбранных типов резисторов. Часто встречаются схемы ионизаторов, в которых несколькими резисторами (или даже одним экземпляром) ограничивают напряжение 25-50 кВ! Делать это нужно специальными резисторами типа КЭВ, СЗ-9, СЗ-14 и т.д. Они изготовлены для высоких рабочих напряжений и надежно работают.

Измерять величину напряжения на выходах высоковольтного умножителя необходимо киловольтметром с высоким входным сопротивлением. Вполне удовлетворительная точность получается при использовании любого стрелочного измерителя с полным отклонением рамки при токе 100 мкА и добавочного резистора сопротивле-

нием 1 ГОм. В качестве последнего я применил 10 резисторов КЭВ-2 по 100 МОм.

Кроме меня еще два человека испытали на себе "домашнюю электростатику" и остались весьма довольны полученными результатами. Выгодно совместное применение аэроионизатора и рассматриваемой системы.

Скептикам можно посоветовать обратиться к медицинской литературе, например [3,4]. Атмосферное электричество является не просто безопасным фактором, а необходимым условием нормального функционирования организма. Применение статического электричества для лечебных целей называют "франклиннизацией" [3].

Литература

1. Лившиц М. Аэроионизация. Практическое применение. -М.: Стройиздат, 1990.
2. Зысюк А.Г. Ионизаторы воздуха//Радиоаматор. - 2000. - №5. - С.36.
3. Пасынков Е.И., Рубан Л.Р. Общая физиотерапия. -М.: Медгиз, 1955.
4. Практическое руководство по проведению физиотерапевтических процедур/Под ред. проф.Обросова А.Н. -М.: Медицина, 1970.

Противоугонное устройство для мотоцикла

В.М. Палей, г. Чернигов

Предлагаемое противоугонное устройство не содержит потайного выключателя. В дежурном режиме устройство не потребляет электроэнергию, что особенно актуально при малых емкостях аккумуляторной батареи. Конструкция оригинальна тем, что размещается внутри фары мотоцикла "Ява", но ее можно применить и в других типах мотоциклов и автомобилей. При этом обязательно

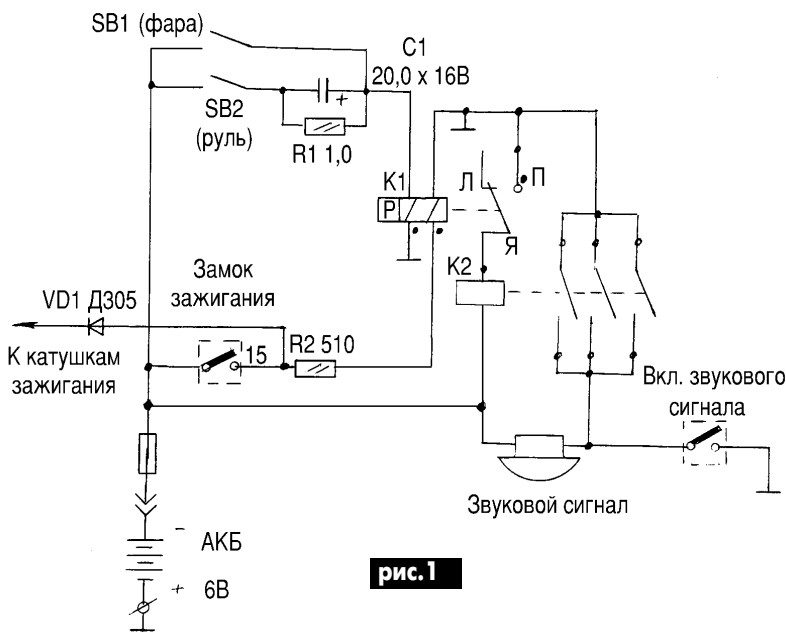
нужно учитывать полярность питания бортовой сети.

Принципиальная схема первого варианта устройства показана на **рис. 1**. Низкое напряжение питания (6 В) обусловило применение релейного коммутатора включения сигнала, поскольку падение напряжения на ключевом транзисторе или тиристоре существенно снижает громкость звучания сигнала.

При разомкнутых контактах концевых выключателей SB1 и SB2 и выключенном зажигании поляризованное реле К1 находится в состоянии, когда контакты Я-П разомкнуты. Реле К2 и звуковой сигнал обесточены.

В процессе эксплуатации мотоцикла оказалось, что любой человек, подошедший к мотоциклу с добрым или злым намерением, сразу берется за руль и поворачивает его в удобное положение. Это свойство и положено в основу работы противоугонного устройства. Выключатели SB1 и SB2 установлены внутри фары и поэтому не привлекают внимания. SB2 установлен так, что при крайнем правом положении руля мотоцикла его контакты разомкнуты.

При повороте руля влево контакты замыкаются, через конденсатор С1 включается реле К1, замыкаются контакты П-Я, включается реле К2, которое своими контактами включает звуковой сигнал. При включении зажигания через резистор R2 на реле К1 подается напряжение, контакты П-Я реле К1 размыкаются, и звуковой сигнал прекращается. Следует помнить, что замки зажигания в таких мотоциклах номерные и подбор ключа в полевых условиях практически невозможен. Заблокировать выключатель SB1 можно, забравшись внутрь фары, но выключатель SB1 установлен для того, чтобы невозможно бы-



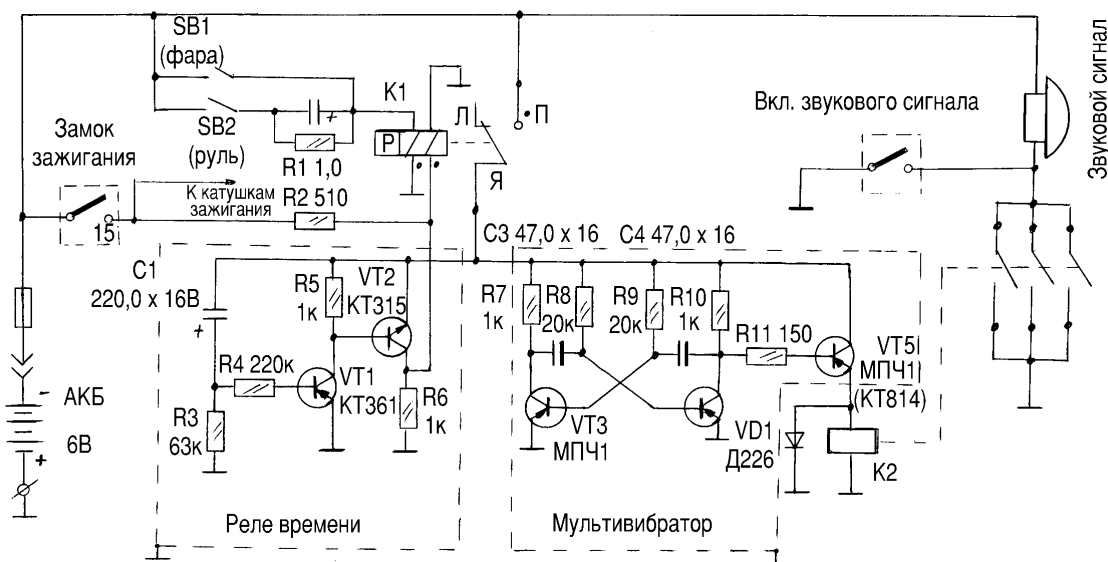


рис.2

ло снять фару (срабатывает при попытке снять фару).

Но и при этом остается еще одна возможность обезвредить сигнализацию, подключив внешнюю батарею к клеммам катушек зажигания, которые расположены под топливным баком и имеют свободный доступ. Чтобы исключить такую возможность, установлен диод VD1. Этот диод должен иметь минимальное прямое падение напряжения при токе до 5 А. Дело в том, что установка этого диода имеет некоторые нежелательные последствия: затрудняется запуск двигателя при сильно разряженной аккумуляторной батарее и затрудняется движение на малых оборотах двигателя мотоцикла "Ява" в ночное время с включенной фарой из-за недостаточной мощности бортового генератора. Но это - нестандартные ситуации, и к этому нужно относиться спокойно (замечание относится только к мотоциклам "Ява").

В зависимости от того, в каком положении оставлен руль, схема находится в выключенном или в дежурном состоянии. В выключенном режиме (руль влево) конденсатор C1 остается заряженным, и при размыкании (замыкании) контактов SB2 реле K1 не перебрасывается. Если же оставить руль в крайнем правом положении, то контакты SB2 разомкнутся, и конденсатор C1 разрядится через резистор R1. Номиналы C1 и R1 подобраны таким образом, что время разряда составляет 20-30 с.

Владелец должен включать зажигание, не вращая руль. Это не привлекает внимания окружающих какими-то дополнительными действиями. Если же водитель длительное время движется накатом с выключенным зажиганием (кстати, такой режим весьма вреден для двухтакт-

ных двигателей из-за прекращения смазки поршневых групп), то сигнализация все равно не сработает, поскольку контакты SB2 не могут быть разомкнуты длительное время, и конденсатор C1 не успевает разрядиться.

Однако схема оказалась не очень практичной: при срабатывании охранного устройства и длительном отсутствии владельца "сгорает" звуковой сигнал (при хорошем аккумуляторе). Чтобы этого не происходило, устройство сначала было дополнено мультивибратором, а затем и реле времени. Доработанная схема показана на рис.2. Схема обеспечивает подачу 3-4 звуковых сигналов и выключается.

В качестве поляризованного реле нужно обязательно использовать реле-переключатели с двумя управляющими обмотками, например, РПС20, РПС28, РПС32, РПС34, РПС36, РПС42, РПС43, РПС45, РПС47 (подходящие по напряжению). Можно для такого режима отрегулировать и нейтральное поляризованное реле, но не все они поддаются регулировке, да и сама регулировка требует определенного опыта. При установке такого реле на мотоцикл обязательно обратите внимание на то, чтобы якорь перемещался горизонтально, в противном случае, при сильной тряске реле может самопроизвольно перебрасываться.

В качестве промежуточного можно использовать любое реле с мощными контактами и подходящим напряжением, но лучше всего для этой цели подходят реле типа ТК.

В качестве мультивибратора можно использовать готовое реле поворотов мотоцикла ИЖ, увеличив емкости конденсаторов C3 и C4 вдвое.

Любопытна реакция людей на работу такой сигнализации. Вначале от неожиданности человек вздрагивает и отходит, но потом пытается что-то предпринимать, в том числе и вертеть руль. Тут сигнализация прекращается (истекло время выдержки). Подергав за все, что можно, человек уходит. Но любопытство тянет обратно, и через некоторое время он возвращается. Сигнализация снова срабатывает. Долгое время мои знакомые были уверены, что это емкостное реле, но все намного проще.

При установке такого устройства на автомобиль и при использовании в качестве датчика включателя фонарей заднего хода получается следующее: пнули ногой по колесу - молчит, открыли двери - молчит. Угонщик успокаивается. Но перед включением зажигания, буксировкой, попыткой откатить подальше, угонщик вынужден установить рычаг переключения передач в нейтральное положение. Вот тут и срабатывает сигнализация.

Для автомобильного варианта надо немного видоизменить схему включения, но это под силу радиолюбителю с небольшим опытом. Причем, в качестве SB1 можно использовать датчик капота двигателя.

В качестве концевых выключателей SB2 я использовал механический "концевик". Он работает у меня уже 28 лет! Но иногда после зимы его приходится несколько раз потренировать. Применяв геркон, можно избежать этого неудобства.

Обратите внимание: даже если за вами будут следить, то практически невозможно заметить, что вы включили сигнализацию.

Универсальный автомобильный пробник (два в одном)

С.М. Усенко, Черниговская обл.

Хотя пробник на автомобильной лампочке на сегодняшний день и примитивен, но все же для обнаружения неисправности в электрооборудовании автомобиля пользуются именно им, благодаря простоте и доступности. Лампочка найдется у любого автолюбителя, нужно припаять к ней два провода и пробник готов. Но у такого пробника есть и недостатки.

Предлагаемый пробник (рис.1) имеет следующие технические возможности:

- автоматическое определение полярности (плюс там, где светит одна из лампочек);
- возможность определения переменного напряжения (светят обе лампочки);
- универсальность (12 и 24 В);

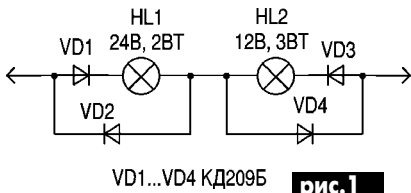


рис.1

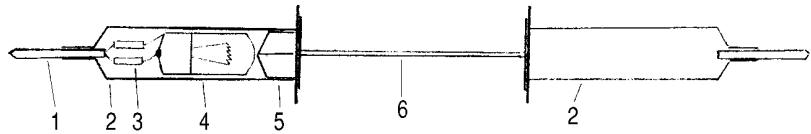


рис.2

высокая живучесть (если сгорела одна лампочка, то проверку можно закончить другой); возможность проверки реле-регуляторов и интегральных регуляторов.

Пробник прост в изготовлении.

Неплохая идея индикатора из одноразового шприца С. Дубовой [1] была позаимствована для предлагаемого пробника (нужно 2 шприца) - рис.2, где 1 - металлический штырь; 2 - одноразовый шприц; 3 - диоды; 4 - лампочка; 5 - обрезанный поршень; 6 - провод. Элементы HL1, VD1, VD2 размещены в одном шприце, а HL2, VD3, VD4 - в другом. Две части пробника соединены одним проводом. Лампочки для пробника взяты из подсветки щитовых приборов автомобиля. Для определения, где какая лампочка, внутрь шприцов вставлены цветные полиэтиленовые светофильтры, они же служат уплотнителями для задней заглушки. Светофильтры можно вырезать из бывших в употреблении пластиковых бутылок разного цвета. Дополнительные удобства представляет зажим типа "крокодил", подогнанный для надевания на оба щупа пробника. Предлагаемый пробник эксплуатируется уже больше года и неплохо себя зарекомендовал.

Литература

1. Дубовой С. Индикатор фазного провода // Радиоаматор-Электрик. - 2000. - № 8. - С.8.

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАСОСОМ

Это устройство может пригодиться на даче или в фермерском хозяйстве, а также во многих других случаях, когда требуется контроль и поддержание определенного уровня воды в резервуаре.

Так, при пользовании погружным насосом для откачки воды из колодца на полив, необходимо следить, чтобы уровень воды не снизился ниже положения насоса. В противном случае, насос,

работая на холостом ходу (без воды), будет перегреваться и выйдет из строя.

Избавиться от всех этих проблем вам поможет схема универсального автоматического устройства (рис.1). Она отличается простотой и надежностью, а также предусматривает возможность многофункционального использования (водоподъем или дренаж).

Цепи схемы никак не связаны с корпусом резервуара, что исключает элект-

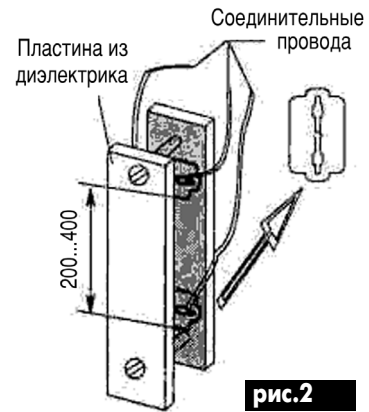


рис.2

рохимическую коррозию поверхности резервуара, в отличие от многих опубликованных ранее схем аналогичного назначения.

Принцип работы схемы основан на использовании электропроводности воды, которая, попадая между пластинами датчиков, замыкает цепь базового тока транзистора VT1. При этом срабатывает реле K1 и своими контактами K1.1 включает или выключает (зависит от положения 82) насос.

В качестве датчиков F1, F2 можно использовать пластины из любых металлов, не подверженных коррозии в воде. Так, например, можно воспользоваться отслужившей нержавеющей бритвой (рис.2).

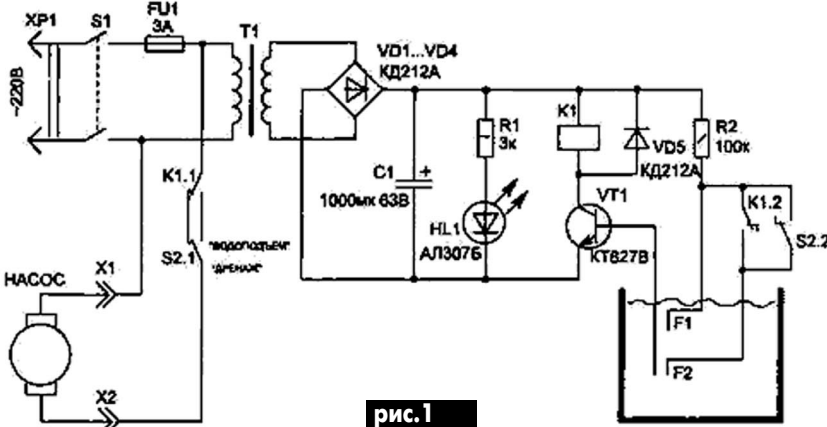


рис.1

ВМЕСТО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ - ГВОЗДИК

В.Б.Ловчук, г.Ивано-Франковск

Если применить это несложное устройство в помещении, где свет нужен на непродолжительное время, можно не только экономить электроэнергию, но и реже менять электролампочку. При включении устройства (рис.1) конденсатор С1 плавно открывает транзистор VT4 и тиристор VS1, что в свою очередь приводит к "мяг-

кой" подаче напряжения на лампу HL1. Устройство применяется в качестве коридорного выключателя, где свет нужен только, чтобы открыть дверь или снять обувь. От коридорных таймеров устройство отличается тем, что не содержит выключатель, а сенсорная площадка замаскирована под обычный гвоздик. В схеме не нужны дефицитные детали, она работает у меня 4 года без выхода из строя.

Работа схемы. Если дотронуться (более 1 с) к сенсорной площадке E1, то заряд конденсатора С1 приведет к опрокидыванию триггера на транзисторах VT2, VT3, и транзистор VT4 откроется. Продолжительность горения лампы HL1 определяется временем разряда конденсатора С2. Элементы VD1 и С1 предохраняют транзистор VT1 от пробоя и высокочастотных помех.

Налаживание сводится к подбору сопротивления резистора R2. Это сопротивление зависит от длины соединительного провода от резистора R1 к "гвоздику" и подбирается так, чтобы транзистор VT1 был надежно закрыт и пропускал ток только во время касания сенсора.

Конструкция. Все детали размещены на плате (рис.2) в пластмассовой коробке, тиристор VS1 - на плате в горизонтальном положении, а управляющий электрод соединяется с эмиттером VT4 монтажным проводом. Максимальная длина тонкого провода, идущего от резистора R1, 2 м. Мощность электролампочки HL1 не более 100 Вт, в противном случае нужно тиристор VS1 установить на теплоотвод и применить более мощные диоды выпрямительного моста.

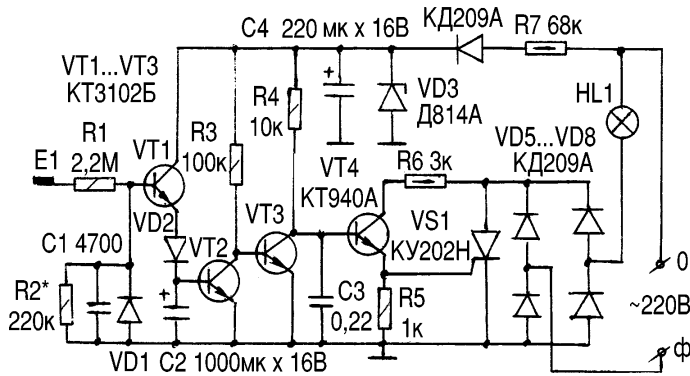


рис.1

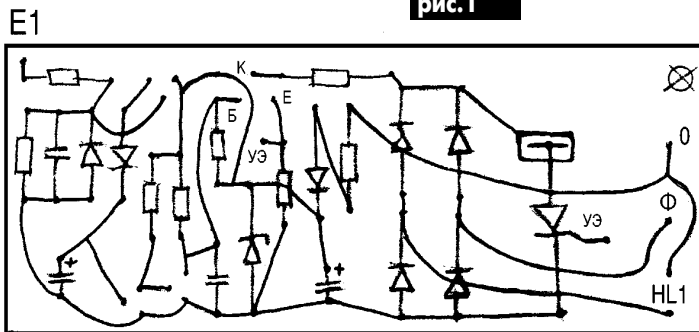


рис.2

Бесплатное электрическое освещение

Л.Б. Бигун, Ю.И. Бородач, Ивано-Франковская обл.

На освещение идет около 20 % производимой электроэнергии. Особенно много энергии используется на освещение в зимнее время года. Поэтому экономия электроэнергии в масштабе государства имеет большое значение. Приведем конкретный пример.

Для эксперимента мы приобрели лампочку китайского производства XEU22-11WE27, заплатив 10,9 злотых (около 13 грн). Если ве-

речь рекламе на ее упаковке, лампа потребляет 70 мА (по мощности 11 Вт), а светит как лампа накаливания мощностью 55 Вт. Таким образом, чудо-лампочка имеет в 5 раз большую эффективность и, кроме того, ресурс 8000 ч. Такие лампы выпускают на мощность от 9 до 24 Вт (45...120 Вт обычной лампы накаливания) с разными цоколями.

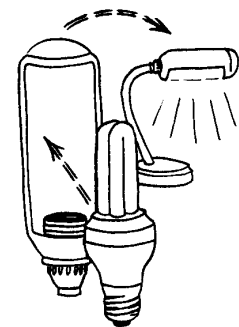
Первые испытания показали, что реклама не врет,

лампа действительно эффективна. Чтобы еще больше увеличить ее эффективность, мы применили локализацию освещения: вкрутили лампу в настольный светильник. Поскольку габариты отражателя оказались недостаточными, заменили его самодельным, изготовленным из большой пивной банки (см. рисунок).

При использовании лампы в паре с радиоприемником общее потребление тока не

превышало порог чувствительности электромеханического счетчика, в результате чего он "стоял".

Радиолюбители могут делать такие лампы самостоятельно, покупая только их детали, а при развитии малых производств (чем мы хуже китайцев?) - полностью.



Трансформаторы питания на частоту 50 Гц

О.Г. Рашитов, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в "Электрике" 3/02)

В предыдущей статье были рассмотрены общие конструктивные особенности сердечников трансформаторов, применяемых в радиолюбительских конструкциях. В данной статье рассмотрим простой расчет силового трансформатора, сердечник которого набран из Ш-образных пластин. При расчете приходится решать несколько противоположных задач: получить различные напряжения с нужными токами для питания

накал ламп и кинескопа и пр. Если выпрямитель однополупериодный (рис.1), то габаритную мощность трансформатора рассчитывают по формуле:

$$P_r = 0,95(U_{21}I_2 + U_{31}I_3 + \dots + U_{n1}I_n) / 1000 \text{ Вт.}$$

Для мостовой схемы выпрямителя (рис.2)

$$P_r = (U_{22}I_2 + U_{33}I_3 + \dots + U_{n'n}I_n) / 1000 \text{ Вт.}$$

Для двухполупериодного выпрямителя со средней точкой (рис.3)

$$P_r = 1,7(U_{22}I_2 + U_{33}I_3 + \dots + U_{n'n}I_n) / 1000 \text{ Вт.}$$

В этих формулах напряжение в вольтах, а ток в миллиамперах.

Далее определяем необходимое сечение сердечника $Q_{\text{мин}}$ по номограмме

рис.4. Толщина сердечника должна

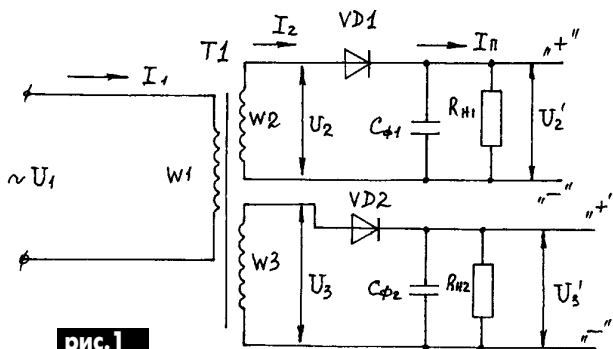


рис.1

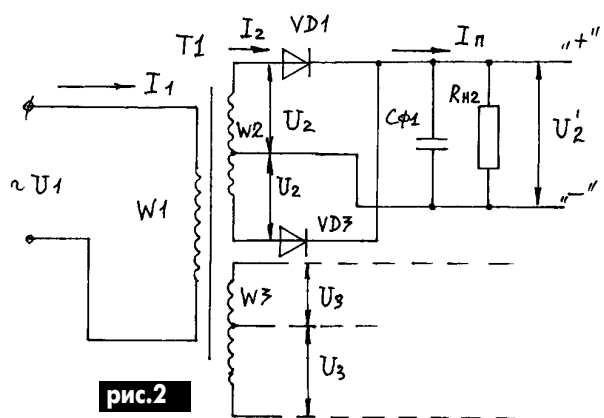


рис.2

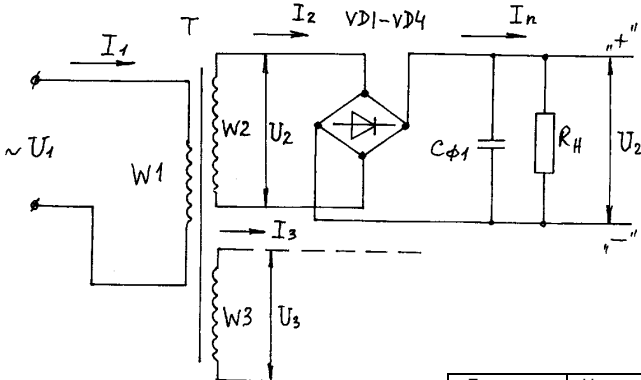


рис.3

Таблица 2

Мощность трансформатора, Вт	Индуктивность в сердечнике, Гс		Плотность тока, А/мм ²
	Из штампованных пластин	Из полосовой стали (витой)	
До 30	8000	10000	4,0
30-50	9000	11000	3,0
50-100	10000	13000	2,5
Более 100	11000	14000	2,0

Таблица 1

Диаметр провода без изоляции, мм	Число проводов на 1 мм ² сечения обмотки (для проводов ПЭВ, ПЭЛ с учетом изоляции между слоями)	
	ПЭВ, ПЭЛ	ПЭЛШО
0,05	200	88
0,1	70	35
0,2	23	13
0,25	15	10
0,31	10	7,0
0,35	8,0	5,5
0,41	6,1	4,5
0,44	5,5	4,0
0,47	4,5	3,6
0,51	4,0	3,1
0,59	2,8	2,3
0,8	1,55	1,35
1,0	0,98	0,87
1,25	0,63	0,56
1,5	0,48	0,41

устройства, добиться минимально возможных размеров и массы трансформатора, минимальных затрат обмоточного и изоляционного материала, получить высокую надежность. Конечно, лучше всего наматывать трансформатор на тороидальном сердечнике, но в любительских условиях это довольно сложный и трудоемкий процесс. Гораздо проще изготовить трансформатор на Ш-образных пластинках.

Расчет необходимо начинать с определения типовой (расчетной, габаритной) мощности. Эта мощность зависит от применяемых выпрямителей. Следует также учитывать мощность, расходующую на лампы подсветки, автоматику,

быть в 1,5-2 раза больше ширины среднего ядра Ш-образной пластины. Учитывая, что точность расчета по данной методике составляет ±10%, необходимо брать Q_c примерно в 1,4 раза больше рассчитанной $Q_{\text{мин}}$. Габаритная мощность трансформатора напрямую зависит от произведения сечения сердечника Q_c на площадь окна сердечника Q_0 (рис.5) и от марки провода, которым намотаны обмотки трансформатора:

провод ПЭВ или ПЭЛ $Q_c Q_0 = 1,6Pr$;
провод ПЭЛШО $Q_c Q_0 = 2,1Pr$.

После этого число витков в обмотках находим по номограмме рис.4. При определении необходимой Q_0 пользуемся правой стороной номограммы для проводов ПЭЛ, ПЭВ, так как эти типы проводов самые употребляемые. Если

Таблица 3

Диаметр провода, мм	Плотность тока, А/мм ²			
	2,0	2,5	3,0	4,0
0,10	0,016	0,02	0,024	0,031
0,12	0,023	0,028	0,034	0,045
0,14	0,031	0,038	0,046	0,061
0,16	0,04	0,05	0,06	0,08
0,18	0,051	0,064	0,076	0,1
0,2	0,063	0,078	0,094	0,13
0,25	0,1	0,12	0,15	0,2
0,3	0,14	0,18	0,22	0,28
0,35	0,19	0,24	0,28	0,38
0,4	0,25	0,31	0,38	0,5
0,45	0,32	0,4	0,48	0,64
0,5	0,39	0,49	0,59	0,8
0,6	0,56	0,7	0,84	1,13
0,7	0,77	0,96	1,16	1,54
0,8	1,0	1,26	1,5	2,08
0,9	1,27	1,6	1,9	2,54
1,0	1,57	1,96	2,34	3,14
1,2	2,26	2,88	3,4	4,52
1,3	2,66	3,33	4,0	5,32
1,4	3,1	3,85	4,62	6,16
1,5	3,54	4,43	5,32	7,08
1,6	4,0	5,00	6,0	8,0
1,7	4,5	5,7	6,8	9,0
1,8	5,0	6,4	7,6	10,2
1,9	5,7	7,1	8,5	11,4
2,0	6,3	7,9	9,4	12,6

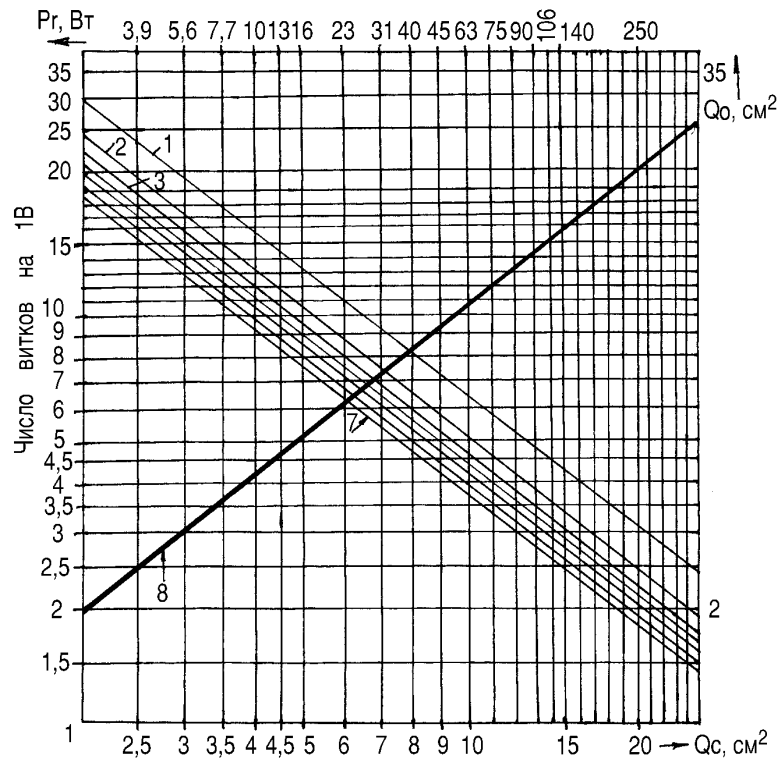


рис.4

используется другой тип проводов, например ПЭЛШО, то пользуемся корректирующей **табл.1**.

Число витков на 1 В в обмотках в зависимости от сечения сердечника определяем, пользуясь левой частью номограммы с учетом магнитной индукции В (**табл.2**).

Определяем количество витков в обмотке в зависимости от номинала напряжения в этой обмотке, умножая напряжение на количество витков на 1 В. Количество витков во вторичных обмотках нужно увеличить на 5-7%, а количество обмоток с током более 0,6 А - на 10-12%, чтобы компенсировать потери напряжения на активном сопротивлении провода. Следует также учитывать и тип выпрямителя, на который нагружена вторичная обмотка. Так, I_2 для однополупериодного выпрямителя (рис.1) равен $2,5 I_{\Gamma}$, для схемы со средней точкой (рис.2) $I_2 = 1,25 I_{\Gamma}$, а для мостовой схемы (рис.3) равен $I_2 = 1,8 I_{\Gamma}$. Еще нужно учитывать, что при однополупериодной и мостовой схемах (рис.3) выходное напряжение $U_2' = U_2$, а в двухполупериодном выпрямителе $U_2' = 0,5U_2$.

Ток в первичной обмотке определяют по формуле: $I_1 = P_r / U_1$.

Зная величину тока в обмотках и учитывая плотность тока, определяем диаметр провода обмоток трансформато-

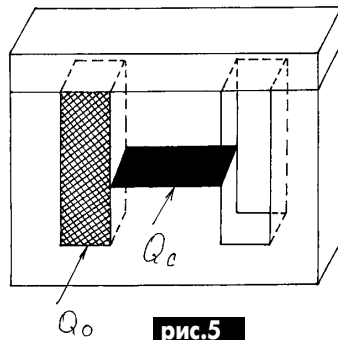


рис.5

ра **табл.3**.

Пример расчета силового трансформатора с помощью номограммы. Используем мостовую схему выпрямителя. Номинал рабочих напряжений: $U_1 = 12$ В при токе нагрузки 600 мА, $U_3 = 5$ В при токе нагрузки 1250 мА.

$P_r = (12 \cdot 600 + 5 \cdot 1250) / 1000 = 13,45$ Вт, с запасом выбираем 14 Вт.

По номограмме рис.4 мощности 14 Вт соответствует $Q_c = 4,6$ см². По табл.2 определяем магнитную индукцию 8000 Гс. Плотность тока 4 А/мм². Определяем количество витков на 1 В, равное 12. Значит, первичная обмотка должна иметь $220 \cdot 12 = 2640$ витков, а вторичная $12 \cdot 12 = 144$ витка, другая вторичная $5 \cdot 12 = 60$ витков. Увеличиваем эти значения на 5% и получаем $w_1 = 2772$ витка; $w_2 = 152$ витка; $w_3 = 63$ витка.

Определяем диаметр проводов обмоток. Ток первичной обмотки $I_1 = P_r / U_1 = 0,0636$ А, округляем в сторону увеличения $I_1 = 0,07$ А. Зная плотность тока 4 А/мм², по табл.3 определяем диаметр провода в обмотках: в первичной 0,16 мм, во вторичной (ток 600 мА) 0,45 мм, в третьей обмотке (ток 1250 мА) 0,7 мм. Проверяем, поместятся ли обмотки, намотанные проводом ПЭВ или ПЭЛ, в окне сердечника. По правой стороне номограммы и наклонной стороне провода ПЭВ находим, что $Q_o = 4,7$ см². Для определения площади, занимаемой каждой обмоткой, обратимся к табл.1, при $w_1 = 2772$ витка и $d_1 = 0,16$ мм найдем, что в 1 мм² уместится 23 витка, значит, $S_1 = 2772 / 23 \times 100 = 1,21$ мм² (округление всегда делается в сторону увеличения), для второй и третьей обмоток $S_2 = 0,34$ мм², $S_3 = 0,41$ мм². Их сумма составляет 1,96 мм² или округленно 2 мм². Остальной площади ($4,7 - 2 = 2,7$) вполне достаточно для размещения каркаса и изоляционных прокладок. По справочнику И.Н.Сидорова "Малогобаритные трансформаторы и дроссели", Радио и связь, 1985 находим тип сердечника.

Описанный способ расчета вполне приемлем в радиоловительской практике.

Описанный способ расчета вполне приемлем в радиоловительской практике.

Схемы электробритв

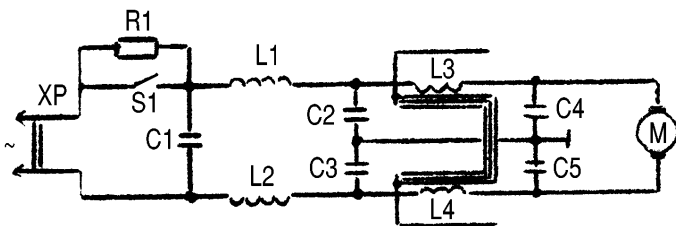


рис.1

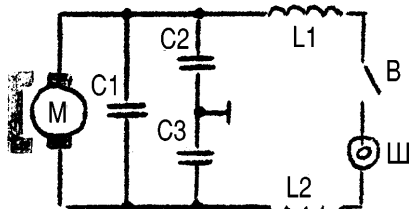


рис.2

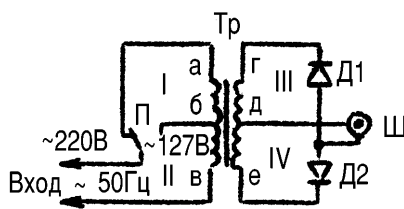


рис.3

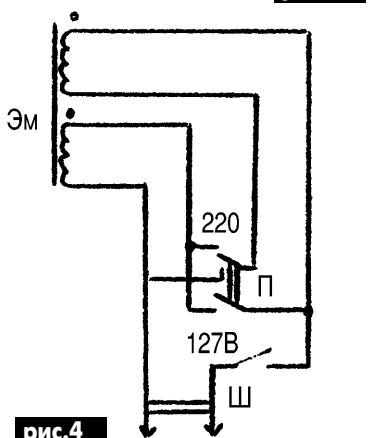


рис.4

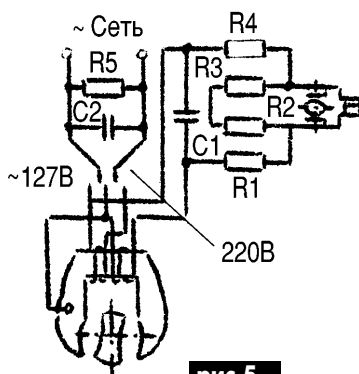


рис.5

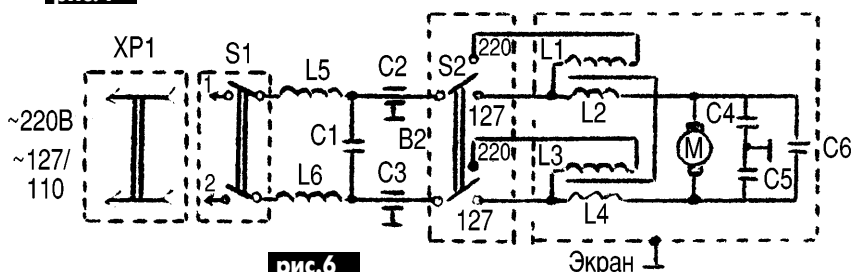


рис.6

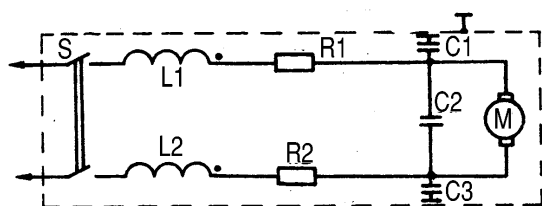


рис.7

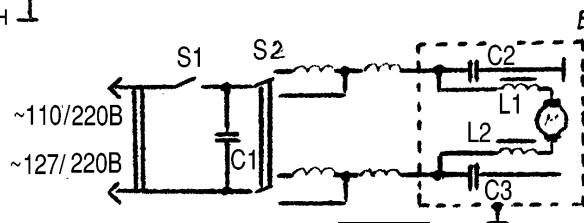


рис.8

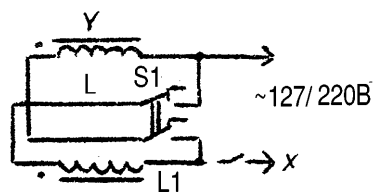


рис.9

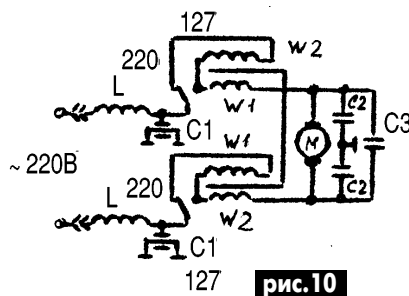


рис.10

Электробритва "Харьков" (рис.1)

L1, L2 - дроссели; L3, L4 - обмотка возбуждения; R1 - резистор; S1 - выключатель; XP - вилка; C1...C5 - конденсаторы помехоподавляющего устройства; M - электродвигатель.

Электробритва "Таир" (рис.2)

M - электродвигатель постоянного тока с возбуждением от постоянного магнита; C1 - конденсатор 10 мкФ; C2, C3 - конденсаторы 4700 пФ; L1, L2 - дроссельные катушки; B - выключатель; Ш - штеккер.

Блок питания электробритвы "Таир" (рис.3)

П - переключатель; Tr - трансформатор; D1, D2 - диоды; Ш - штеккер.

Электробритва "Дружба" (рис.4)

B - выключатель; П - переключатель; Эм - электромагнитный вибратор; Ш - колодка.

Электробритва "Нева-3" (рис.5)

R1, R4 - резисторы по 3,5 Ом; R2, R3 - резисторы МЛТ-1-22 кОм; R5 - резистор МЛТ-0,25-680 кОм; C1 - конденсатор КБГ-И-400 В-0,005 мкФ; C2 - конденсатор МоМЦ-400 В-0,25 мкФ.

Электробритва "Агидель" (рис.6)

S1 - выключатель; XP - вилка штепсельная; C1...C6 - конденсаторы помехоподавляющего устройства; S2 - переключатель; L1...L4 - обмотка возбуждения; M - электродвигатель.

Электробритва "Харьков-6502" (рис.7)

C1...C3 - конденсатор КСКМ-504; L1, L2 - катушка; R1, R2 - резистор МЛТ-0,5-150 Ом; S - выключатель; M - электродвигатель.

Электробритва "Бердск-3" (рис.8)

M - электродвигатель; C1 - конденсатор 0,022 мкФ; C2, C3 - конденсаторы К33-20; L1, L2 - высокочастотные дроссели ДП2-01; S1 - выключатель; S2 - переключатель; E - экран; X - штепсельная вилка.

Электробритва "Микма-101" (рис.9)

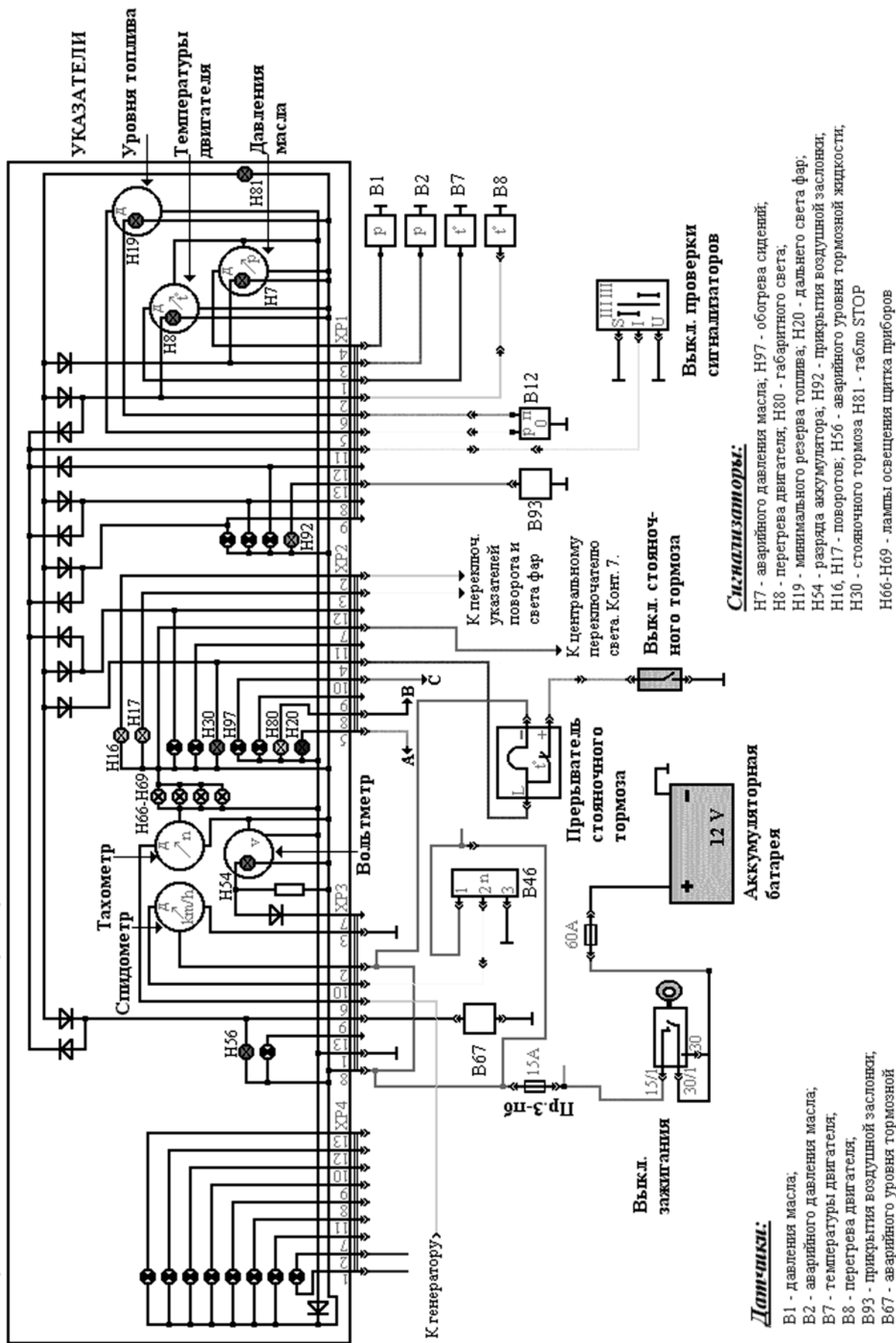
S1 - переключатель; Y - статор; L - катушка статора левая; L1 - катушка статора правая; X - вилка штепсельная.

Электробритва "Уфа" (рис.10)

C1 - конденсатор 6800 пФ; C2 - конденсаторы по 1000 пФ; C3 - конденсатор 4700 пФ; M - электродвигатель.

Схему прислал С.М.Усенко, Черниговская обл.

Электрическая схема включения приборов автомобиля "Волга ГАЗ 3110"



Датчики:

- B1 - давления масла;
- B2 - аварийного давления масла;
- B7 - температуры двигателя;
- B8 - перегрева двигателя;
- B93 - прикрытия воздушной заслонки;
- B67 - аварийного уровня тормозной жидкости;
- B12 - уровня топлива;
- B46 - спидометра

Сигнализаторы:

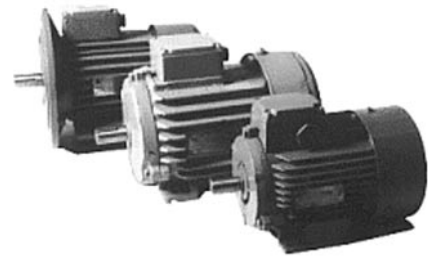
- H7 - аварийного давления масла; H97 - обогрева сидений;
- H8 - перегрева двигателя; H80 - габаритного света;
- H19 - минимального резерва топлива; H20 - дальнего света фар;
- H54 - разряда аккумулятора; H92 - прикрытия воздушной заслонки;
- H16, H17 - поворотов; H56 - аварийного уровня тормозной жидкости;
- H30 - стояночного тормоза H81 - табло STOP
- H66-H69 - лампы освещения щитка приборов

- A - к Пр.3-лб; (см. схему наружного освещения)
- B - к Пр.6-лб;
- C - к выкл. обогрева сидений; (см. схему обогревателей салона)

Т Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	cos φ	Масса, кг
AIP 56 A2	0,18	3000	68	0,78	3,8
AIP 56 B2	0,25	3000	69	0,79	3,8
AIP 56 A4	0,12	1500	63	0,66	3,6
AIP 56 B4	0,18	1500	64	0,68	3,9
AIP 63 A2	0,55	3000	75	0,85	5,4
AIP 63 B2	0,25	1500	68	0,67	4,6
AIP 63 B4	0,37	1500	68	0,70	5,5
AIP 71 A2	0,75	3000	79	0,80	8,6
AIP 71 B2	1,1	3000	79	0,80	9,1
AIP 71 A4	0,55	1500	75	0,73	8,3
AIP 71 B4	0,75	1500	75	0,80	9,4
AIP 71 B6	0,37	1000	65	0,65	7,8/8,4
AIP 71 B6	0,55	1000	68,5	0,70	8,6/9,9
4 AM 80 A2	1,5	3000	81	0,85	9,8/12,4
4 AM 80 B2	2,2	3000	83	0,87	13,2/15,0
4 AM 80 A4	1,1	1500	76	0,81	11,9/13,8
4 AM 80 B4	1,5	1500	78	0,83	13,8/15,7
4 AM 80 B6	0,75	1000	70	0,72	11,6
4 AM 80 B6	1,1	1000	74	0,74	13,4/15,3
AIP 90 L2	3,0	3000	84	0,88	19,7
AIP 90 L4	2,2	1500	81	0,83	18,8
AIP 90 L6	1,5	1000	76	0,72	19,5
4 AM 90 L2	3,0	3000	84,5	0,88	16,7/19
4 AM 90 L4	2,2	1500	81	0,83	18,6/20,2
AIP 100 S2	4,0	3000	87	0,88	28,5
AIP 100 L2	5,5	3000	88	0,89	34,0
AIP 100 S4	3,0	1500	82	0,83	25,0
AIP 100 L4	4,0	1500	85	0,84	31,5
AIP 100 L6	2,2	1000	81	0,74	22,8/26,0
AIP 112 M2	7,5	3000	87,5	0,88	49
AIP 112 M4	5,5	1500	87,5	0,86	49
AIP 112 MA6	3	1000	85	0,76	43
AIP 112 MB6	4	1000	85	0,76	48
AIP 132 M2	11,0	3000	88,0	0,90	77,5
AIP 132 S4	7,5	1500	87,5	0,86	70,0
AIP 132 M4	11,0	1500	87,5	0,87	77,5
AIP 132 S6	5,5	1000	85,0	0,80	56,5
AIP 132 M6	7,5	1000	85,0	0,81	68,5
AIP 132 S8	4,0	750	83,0	0,70	68,0
AIP 132 M8	5,5	750	83,0	0,74	82,0
AIP 160 M2	18,5	3000	86,0	0,86	130
AIP 160 S2	15,0	3000	88,0	0,84	130
AIP 160 M4	18,5	1500	90,0	0,88	125
AIP 160 S4	15,0	1500	89,0	0,88	110
AIP 160 M6	15,0	1000	87,5	0,83	130
AIP 160 S6	11,0	1000	85,0	0,83	135
AIP 160 M8	11,0	750	87,0	0,75	150
AIP 160 S8	7,5	750	86,0	0,73	125
AIP 180 M2	30,0	3000	90,5	0,88	180
AIP 180 S2	22,0	3000	89,5	0,88	160
AIP 180 M4	30,0	1500	91,5	0,87	180
AIP 180 S4	22,0	1500	90,0	0,87	160
AIP 180 M6	18,5	1000	88,0	0,85	180
AIP 180 M8	15,0	750	87,0	0,82	195
5A 200 L2	45,0	3000	92,0	0,88	255
5A 200 M4	37,0	1500	92,5	0,89	260
5A 200 L4	45,0	1500	92,0	0,87	280
5A 200 M6	22,0	1000	85,0	0,85	220
5A 200 L6	30,0	1000	85,0	0,85	255
5A 200 M8	18,5	750	88,0	0,80	180
5A 200 L8	22,0	750	89,0	0,80	220
4A 225 M4	55,0	1500	92,0	0,87	320
4A 250 S4	75,0	1500	92,0	0,87	450
5A 225 M2	55,0	3000	82,5	0,90	350/370
5A 225 M6	37,0	1000	91,0	0,89	335/355
5A 225 M8	30,0	750	90,0	0,80	355
5A 250 S2	75,0	3000	93,0	0,90	485/510
5A 250 S6	45,0	1000	91,5	0,89	395
5A 250 M6	55,0	1000	91,5	0,89	435
5A 250 S8	37,0	750	92,5	0,78	405
5A 250 M8	45,0	750	92,5	0,79	435

Трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором общепромышленного исполнения

В приведенной ниже **таблице** цифры после буквенного обозначения типа двигателя означают длину его оси (мм).



Уменьшение влияния электросварочных аппаратов на сеть

Ю. Бородачий, Ивано-Франковская обл.

Хотя мощность бытовых электросварочных аппаратов невысока (всего несколько киловатт), они сильно уменьшают напряжение перегруженных линий. Особенно это заметно в селах, где почти все линии перегружены.

Работа на электросварочном аппарате периодически, синхронно с возникновением дуги, вызывает обвалный рост тока в сетевых проводах. Как сделать, чтобы ваша электросварка не создавала неудобств соседям?

Обычно перед сварочными работами пишут заявление в РЭС, где указывают номер столба, от которого бу-

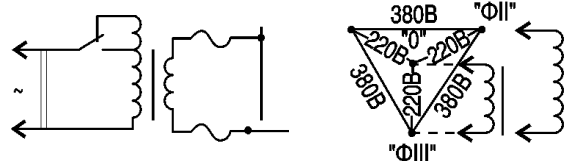


рис.1

рис.2

дет съем тока и время работы на сварочном аппарате. А значит, можно подключить аппарат не только на 220 В, но и на 380 В (**рис.1**).

Чтобы уменьшить влияние сварочного аппарата на сеть, достаточно домотать первичную обмотку на 73% и подключить ее не на 220 В, а к фазным проводам. Если снабдить сварочный аппарат переключателем (**рис.2**), то можно пользоваться любым (220-380 В) напряжением.

Четырехканальный стабилизатор напряжения К1055ЕП4

Интегральная микросхема К1055ЕП4 представляет собой 4-канальный стабилизатор фиксированных положительных напряжений с малыми падениями напряжения вход-выход в каждом канале. Выходные напряжения: 1-го канала - 5 В; 2-го канала - 6 В; 3-го канала - 12 В; 4-го канала - 1,2 В. Микросхема разработана специально для питания микропроцессорных систем, применяемых в автомобилях. Зарубежных аналогов нет.

Особенности:

высокая точность поддержания выходного напряжения $5 \text{ В} \pm 2\%$;
логическая схема блокировки каналов 3 и 4 для дежурного режима;
2-й, 3-й и 4-й каналы отслеживают напряжение 1-го канала;
малое падение напряжения вход-выход;
встроенный формирователь сигнала сброса, связанный с 1-м каналом;
время задержки сигнала сброса устанавливают внешним конденсатором;
встроенная схема тепловой защиты и защиты от КЗ;
корпус MULTIWATT-15.

Назначение выводов показано на **рис.1**.

Основные электрические параметры микросхемы.

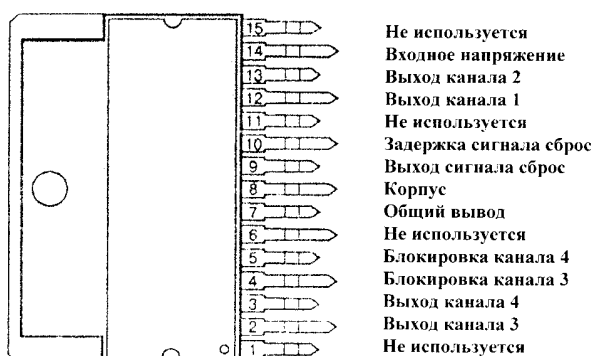


рис.1

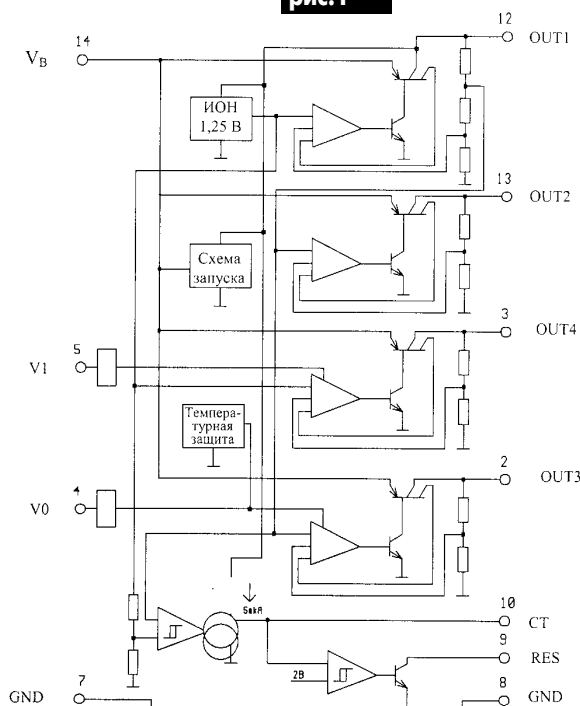


рис.2

Канал	Выходное напряжение, В	мин.	макс.
Канал 1	5	4,75	5,25
Канал 2	6	5,45	6,05
Канал 3	12	11,4	12,6
Канал 4	1,2	11,4	12,6

Параметр	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Нестабильность напряжения, мВ	50	60	90	90
Нестабильность по нагрузке, мВ	75	90	180	180
Ток короткого замыкания выхода, мА	100	80	800	800
Минимальное падение напряжения, В	0,6	0,6	0,6	0,6

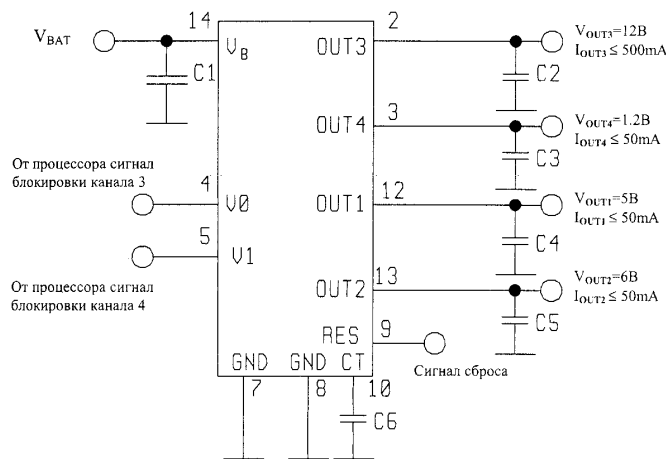


рис.3

На **рис.2** показана функциональная схема устройства. На **рис.3** - типовая схема включения микросхемы, где C1=0,1 мкФ, C2...C5 = 10 мкФ, конденсатор C6 выбирают из условия $C6 \text{ (мкФ)} = I_c \text{ (мкА)} \cdot T_{rd} \text{ (с)} / V_t \text{ (В)}$, где I_c - ток заряда емкости (5...10 мкА); V_t - пороговое напряжение по входу 10 (1,8...2,2 В), время T_{rd} выбирает пользователь.

Каждый канал представляет собой непрерывный ста-

билизатор напряжения компенсирующего типа. В состав 1-го канала входят дополнительно схема запуска. Остальные каналы работают в режиме отслеживания напряжения 1-го канала, используя его выходное напряжение как опорное. Третий и четвертый каналы можно выключить подачей низкого напряжения по входам блокировки V₀ и V₁.

От редакции. В "Электрике" №10 за 2001 г. была открыта рубрика "Нестандартные идеи" статьей Ю.Бородатого "Молния в кармане". В предлагаемой вашему вниманию статье Ю.П.Саражи описан нестандартный подход к индикации данных.

Игровая индикация "ДОМИНО"

Ю.П.Саража, г.Миргород, Полтавская обл.

Иногда нужно построить цифровой индикатор на небольшое число разрядов (1 или 2), информацию с которого необходимо считывать с большого расстояния, с различных направлений и положений наблюдателя или, когда сложно перемещается сам индикатор (например, наклоняется или переворачивается). Такие индикаторы удобны для автотранспорта, охранных систем, где они могут показывать текущее состояние системы (степень готовности и др.).

Традиционные семисегментные индикаторы здесь малоприменимы, так как для быстрого и безошибочного считывания арабских цифр необходима их ориентация по горизонтали, а в перевернутом или наклонном виде они читаются плохо. При погасании всего одного сегмента изображение почти не читается.

С подобными проблемами в свое время столкнулись и создатели популярных игр. Ведь игрокам необходимо быстро и точно считывать текущую информацию, начертанную на игровых принадлежностях. Положение игровых принадлежностей на столе может быть произвольным, но информация должна считываться однозначно с любого места за игровым столом.

Наиболее удачным и проверенным временем оказался принцип стилизованного мнемонического изображения цифр контрастными точками на фоне квадратного знакоместа, применяемый в популярной игре "Домино". Кости для игры "Домино" представляют собой бруски, лицевая сторона которых разделена на два знакоместа квадратной формы, на каждом из которых изображаются цифры от "0" (пусто) до "6" (в виде шести точек). Аналогичным способом замаркированы грани бросательных кубиков, применяемых во многих популярных играх.

Нетрудно заметить, что точки в квадратном знакоместе находятся в узлах матрицы 3х3. Кодировка простая - количество точек соответствует цифре, но подсчитывать точки не нужно - их размещение образует легко запоминаемый мнемонический символ и достаточно беглого взгляда, чтобы его идентифицировать. Секрет удобочитаемости таких символов с любого направления заключается в том, что все символы обладают осевой симметрией относительно центрального узла матрицы 3х3. Кроме того мнемонические символы всех цифр, кроме "2" и "3" обладают и осевой симметрией. Я предлагаю новое начертание мнемосимволов цифр "2" и "3", которые также обладают осевой симметрией (**рис.1**).

Чтобы построить светодиодный индикатор на описанном принципе индикации, достаточно в узлах квадратной матрицы установить светодиоды. При предложенном начертании мнемосимволов "2" и "3" светодиоды можно объединить в группы, которые включаются по трем линиям 1, 2 и 4. При описанном включении появляется новый символ "7". Но самое удивительное

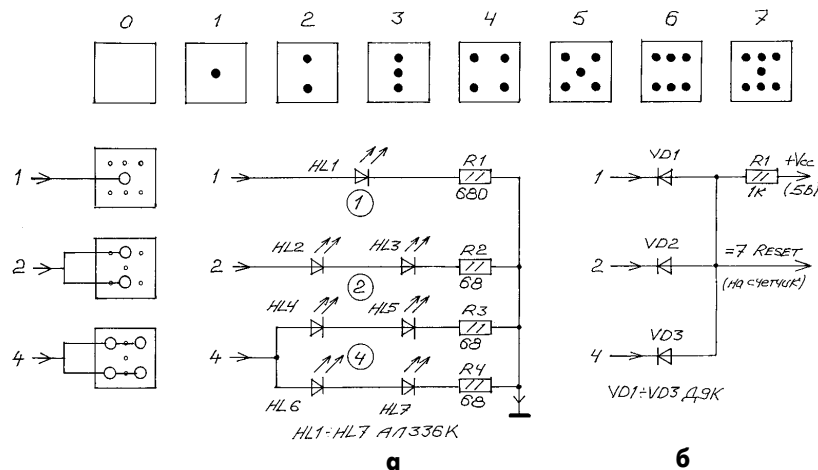


рис.1

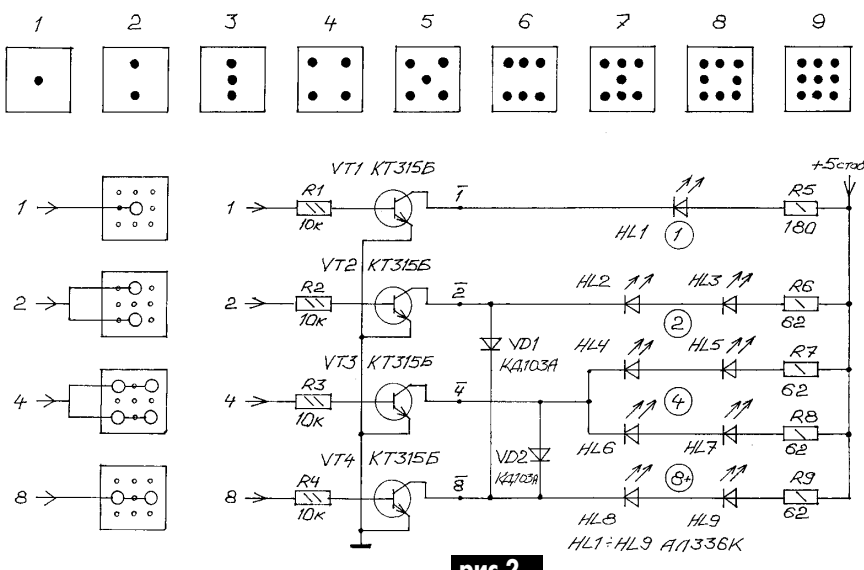
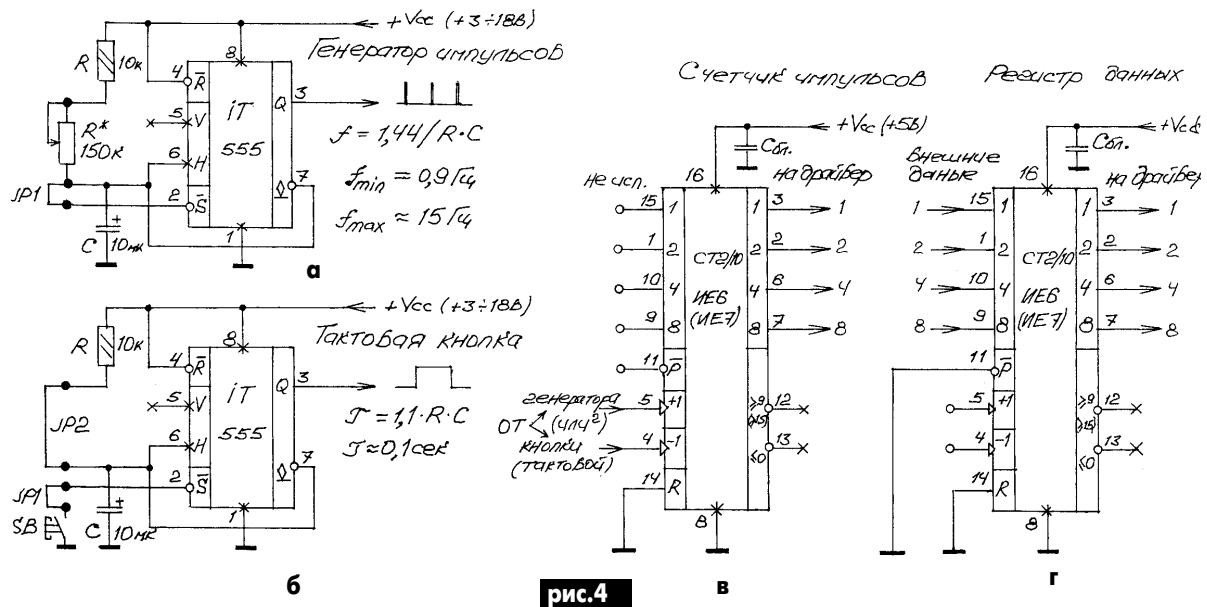
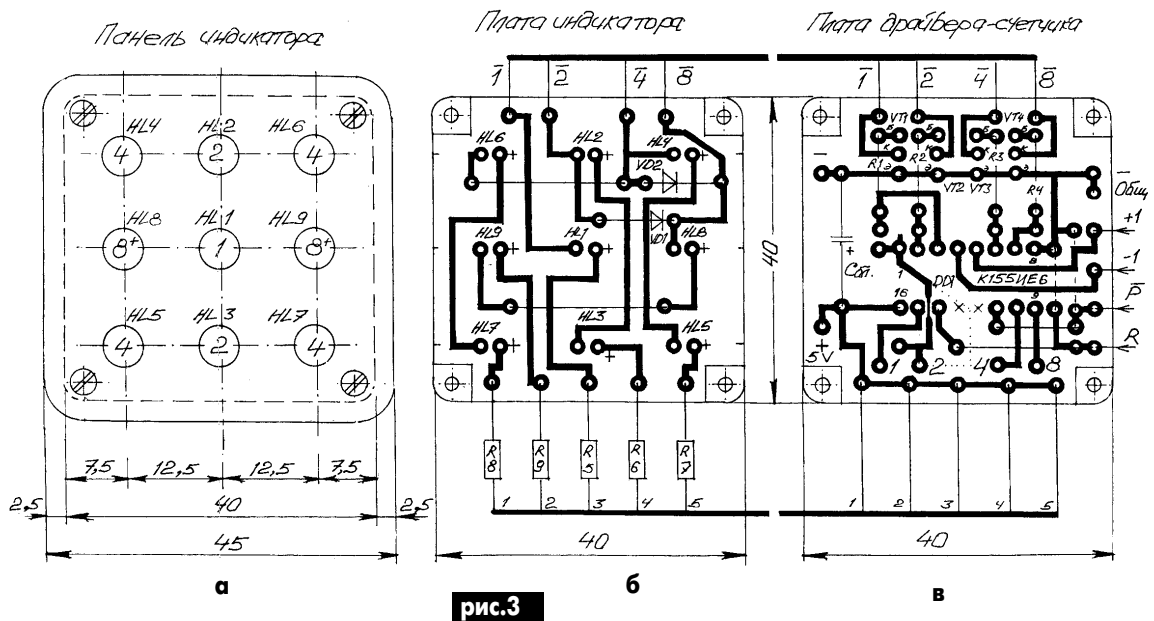


рис.2



то, что описанный принцип совмещается с двоичным кодом 1-2-4. Это означает возможность отказаться от схемы дешифратора. На **рис.1,а** показана практическая схема индикатора, включаемого непосредственно от двоичного счетчика, на **рис.1,б** - схема узла сброса для ограничения счета на позиции "7".

При всей простоте схемы рис.1 следует отметить, что нагрузочная способность ТТЛ-микросхем ограничена и яркость свечения светодиодов может оказаться недостаточной. Поэтому предложена схема **рис.2**, в которой светодиоды включаются через транзисторы и поэтому яркость свечения будет достаточной. С появлением драйвера возникает возможность ввести

еще два символа "8" и "9", дополнив матрицу светодиодов до полной (3x3). Появилась еще одна (4-я линия управления) - 8.

Чтобы проверить на практике эти новые возможности, я разработал набор печатных плат. Эти платы и демонстрационные, и представляют собой законченные универсальные узлы для цифровых структур, своеобразные заготовки. Печатные платы узлов выполнены в одном стиле размером 40x40 мм. На **рис.3,а** приведен чертеж фальшпанели, на **рис.3,б** - рисунок печатной платы индикатора по рис.1, на **рис.3,в** - рисунок печатной платы драйвера рис.2 вместе с двоично-десятичным счетчиком на микросхеме K155IE6.

К счетчику предлагаю отдельную плату, на которой на основе интегрального таймера 555 (отечественный аналог КР1006ВИ1) строится либо генератор импульсов **рис.4,а**, либо тактовая кнопка (кнопка с подавленным дребезгом) **рис.4,б**. Для счетчика также предложены два варианта включения. Это входной буферный регистр с потенциальным управлением (аналогично регистру K555IP22) **рис.4,г**, в котором входы R и P соединены с общим проводом, а данные со входов 1, 2, 4, 8 беспрепятственно передаются на выходы 1, 2, 4, 8. Второй вариант - десятичный реверсивный счетчик импульсов **рис.4,в**.

(Продолжение следует)

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ: ШАГ ВПЕРЕД НА ДВА ШАГА НАЗАД

Д.А.Дуюнов, А.И.Шапаренко, А.В.Ануфриев, г. Стаханов, Луганская обл.

В "Электрике" №2 за 2002 г. была опубликована статья "Ветроэнергетика Украины. Факты и комментарии" о перспективах развития украинской ветроэнергетики. Нам кажется, что они не столь уж радужные. Тому есть свои причины.

Во-первых. Возьмите энциклопедический справочник "Машиностроение" за 1949 г., начиная с 207 с., и увидите, что за 90 лет мало что изменилось в области ветроэнергетики - изменились материалы и немного технология, добавилась электроника. Но, глянув на список использованной литературы, можно убедиться, что по тем временам этому вопросу уделялось большое внимание, велась большая практическая работа, разрабатывались конструкции, исследовались воздушные потоки. Был налажен выпуск промышленных образцов различных ветроустановок. Одному из авторов посчастливилось видеть в Лиманском районе Астраханской обл. в 1970 г. работающие ветронасосы, разработанные в те времена. Но затем изменилась энергетическая концепция, и ветроагрегаты сошли со сцены. Была утрачена школа подготовки специалистов, техническая литература на эту тему сдана в макулатуру, идеи наших специалистов ушли за рубеж.

Во-вторых. Ветроэнергетика попала в сферу действия олигархов. Наши чиновники решили приобретать зарубежный металлолом, давным-давно разработанный и изготовленный, напичканный электроникой и проработавший десятилетия. Мотив, конечно, очень благородный - освоим опыт передовых держав мира. На самом деле, закрепляется наше отставание, своими деньгами мы покрываем расходы "заграничных дядей". А наши разработчики "сидят на бобах".

В-третьих. Ориентация на крупные агрегаты и комплексы, работающие в единой энергосети. Концепция строительства крупных ветростанций (ВЭС) подразумевает и транспортировку электроэнергии на значительные расстояния. И потребитель вынужден ее оплачивать. Всегда генерирующие мощности старались располагать как можно ближе к центру нагрузок. Понятно, что ВЭС нужно строить там, где есть постоянство ветровых потоков. Но это для промышленных целей. Если ВЭС используют, в основном, для нужд отопления, и требования к качеству электроэнергии невысокие, то ее выгодно устанавливать как можно ближе к потребителю.

В-четвертых. Наши энергетические олигархи не проявляют восторга по поводу развития автономной энергетики. Они делают все, чтобы их интересы не пострадали.

Мы абсолютно не сомневаемся в высочайшем уровне квалификации специалистов ГКБ "Южное" и завода "Южмаш". Но поручать им проектирование и производство ВЭУ нельзя. В этих организациях сформировалась школа первоклассных специалистов, ориентированных на производство специфических изделий. У них в сознании уже заложены определенные подходы, требования, нормативы и материалы. В результате разработанные и изготовленные ими ветроагрегаты будут иметь космические цены и не окупятся за десятилетия.

С другой стороны энергетики своими расценками "досталя" всех. Для специалистов не секрет, как в некоторых энергокомпаниях компенсируют утечки и хищения электроэнер-

гии. Для расчетов за транспортировку придумана сногшибательная методика. Хуже всех приходится мелким предприятиям и предпринимателям.

Представьте себе придорожное кафе. Оттапливать его электроэнергией - значит платить тройной тариф, и то, если позволят. Печное отопление вызывает резкую реакцию пожарников. Цены на газ - космические. Отключение электроэнергии во многих регионах Украины явление привычное и обыденное. Шиномонтажки, кемпинги, пасеки, парники, фермерские хозяйства, коттеджи - у всех те же проблемы. Такое отношение к предпринимателям вынуждает их отказываться от централизованного энергоснабжения и применять автономные источники энергии, в том числе и альтернативные. Это породило спрос на ВЭУ мощностью от 2 до 10 кВт и подтолкнуло многих, в том числе и нас, к разработке недорогих автономных ВЭУ. По некоторым проблемам создания ВЭУ у нас сложилось свое мнение.

Классическая схема ВЭУ содержит репеллер вентиляторного типа, стандартный генератор, мачту и микропроцессорную систему управления. Роторный репеллер из-за малого коэффициента использования энергии ветра неэффективен. Разработка ВЭС мощностью менее 30 кВт экономически нецелесообразна из-за больших начальных потерь в мультипликаторе. Это повсеместно признанная исходная концепция построения ВЭУ.

А если от нее отказаться? Ведь использование стандартных промышленных генераторов переменного тока вынуждает применить систему стабилизации частоты вращения. Чтобы упростить схему управления ВЭУ необходим генератор, работающий в более широком диапазоне частот вращения. В этом отношении более привлекательна конструкция ВЭС с использованием автомобильных генераторов ("Электрик" №2/2001). Эти генераторы работают в диапазоне частот вращения от 1500 до 12000 об/мин, обладают высокой надежностью, ремонтпригодностью и легкодоступны. Они позволяют без проблем объединить ВЭУ для работы на единую нагрузку. Но, у предложенной ВЭУ есть два серьезных недостатка. Первый: для согласования частот вращения роторного репеллера диаметром около 2 м и генераторов при средней скорости ветра около 6 м/с необходим мультипликатор с передаточным отношением не менее 50. Потери момента на мультипликаторе при установленной мощности ВЭУ около 7 кВт составят не менее 60% от момента, полученного на репеллере. Второй недостаток. Если использовать автомобильные генераторы общей мощностью 7 кВт с номинальным напряжением 28 В и кабель к нагрузке длиной 100 м, то потери в кабеле составят до 30% мощности на зажимах генератора, не считая потерь на контактах и коммутационной аппаратуре. Реальное напряжение на нагрузке будет не более 18 В. При использовании генератора переменного тока практически не происходит самовозбуждения генератора из-за прямого падения напряжения на выпрямительных диодах. Для устойчивого возбуждения необходимо в сети использовать аккумулятор и схему для его отключения от нагрузки, и обмотки возбуждения при снижении оборотов репеллера ниже минимально допустимых.

Суммарные потери в такой ВЭУ велики, но их можно снизить. Для этого нужно сделать несложный перерасчет генератора на более высокое стандартное напряжение (например, 230 В) и перемотать его статор и якорь при тех же ампер-витках. Такую перемотку несложно выполнить и в домашних условиях. В условиях ремонтных мастерских, имеющих токарный и фрезерный станки, из асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором несложно изготовить синхронный генератор с когтеобразным ротором необходимой мощности, аналогичный автомобильному. Для реле-регулятора необходимо изготовить входной резистивный делитель, состоящий из двух резисторов и транзисторный ключ на базе высоковольтного мощного транзистора, например, КТ848А. Конкретная схема выбирается в зависимости от типа реле-регулятора. В генераторе переменного тока необходимо будет заменить выпрямитель. Штатный не рассчитан на высокое обратное напряжение. Для его изготовления необходимы диоды не ниже 2-го класса с номинальным током не менее 50 А. При тех же параметрах ВЭУ и повышенном напряжении генератора, электрические потери в кабеле на постоянном токе будут составлять не более 3%. Улучшаются условия самовозбуждения генератора переменного тока за счет остаточного магнитного потока, так как в процентном отношении к номинальному напряжению, прямое падение напряжения на выпрямительных диодах составит 1-1,5%, а не 20-25% при 28-вольтовом генераторе. Для цепи возбуждения отпадает необходимость в аккумуляторе и схеме его отключения от обмотки возбуждения.

Проблему можно решить иначе. Для этого генераторы необходимо нагрузить непосредственно на статический преобразователь (инвертор) переменного тока с рабочей частотой 50 Гц, расположенный на мачте. В состав инвертора входит трансформатор. С его помощью можно получить требуемое напряжение. Для устойчивой работы инвертора в низковольтную цепь постоянного тока необходимо включить буферный аккумулятор. Нами разработаны несложные тиристорные инверторы, преобразующие постоянное напряжение 12 и 24 В в переменное напряжение 230 В с частотой 50 Гц. Мы изготовили ряд инверторов различной мощности. За 7 лет работы они все показали хорошие энергетические параметры и высокую надежность. Конструкцию инвертора может повторить любой радиолюбитель, обладающий достаточными навыками работы с силовой электроникой.

Потеря вращающего момента в мультипликаторе можно избежать, применив специализированный тихоходный генератор. Мы предлагаем для ВЭУ изготавливать тихоходные генераторы с частотами вращения равными частоте вращения репеллера. Такое решение позволит исключить из конструкции ВЭУ мультипликатор с его потерями. Естественно, тихоходный генератор из-за большого диаметра будет непригоден для вентиляторных ВЭУ, но для роторных ВЭУ он подходит идеально и одновременно может служить опорным подшипником репеллера. Роторные ВЭУ с тихоходным опорным генератором по своей эффективности способны превзойти вентиляторные ВЭУ. А если еще учесть их способность работать при малых скоростях ветра и высокий пусковой момент, то такое решение позволит создавать высокоэффективные ВЭУ малой мощности.

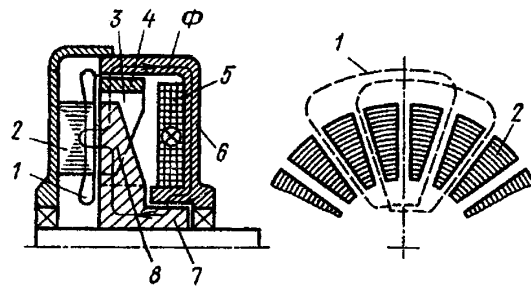
Изготовить роторную ВЭУ можно и на базе доработанного опорного подшипника поворотной башни подъемного крана. Диаметр таких подшипников 1-2 м. Доработка заключается в установке на подшипник элементов генератора. Конструкция подшипника имеет все необходимое для монтажа ротора и установки репеллера на мачту. Он способен нести нагрузки в десятки тонн и позволяет создавать роторные

ВЭУ мощностью свыше 30 кВт. Такие ВЭУ можно смонтировать на железобетонных копровых сооружениях реструктурированных (ликвидированных) шахт. Высота многих железобетонных копров более 50 м, вместо того, чтобы тратить средства на их уничтожение (а это миллионы гривен), их можно направить на создание копровых ВЭС. Роторные безмачтовые ВЭС с трехточечной шарнирной опорой можно монтировать на породовых отвалах, прошедших рекультивацию. Высота таких отвалов - более 40 м и они, как правило, доминируют на рельефе местности.

По предварительным оценкам с одной площадки шахты "Центральная-Ирмино", на которой А.Г.Стаханов установил свой рекорд, можно снимать до 2 МВт мощности при среднем значении скорости ветра 6,2 м/с. Правда, стальной копер "металлисты" уже отработали как стратегический запас металлургического сырья.

Для малых ВЭУ генератор можно изготовить в условиях небольших мастерских, имеющих токарный, фрезерный, плоскошлифовальный и радиально-сверлильный станки, делительную головку и сварочное оборудование. Чтобы уйти от дорогостоящих штампов, применяющихся при изготовлении наборного пакета ротора и статора, конструкция генератора может быть не аксиальной, а торцовой. В этом случае магнитопровод можно выполнить навивкой электротехнической стальной ленты на каркас с последующим изготовлением пазов. Процесс, конечно, трудоемкий, но оправданный при штучном и мелкосерийном производстве. Для его реализации не требуется высокие технологии. Торцовые генераторы обладают хорошими показателями массы конструкции на единицу мощности и позволяют исключить самый ненадежный элемент генераторов - подвижные контакты обмотки возбуждения.

Конструкция торцового синхронного генератора с когтеобразным ротором приведена на **рисунке**. Рабочие обмотки 1 укладываются в пазы стального сердечника 2, навитого электротехнической сталью. Неподвижная обмотка возбуждения 5 монтируется в корпусе генератора 6, выполненного из магнитомягкой стали. Ротор 7 имеет внутренние когтеобразные выступы 8 и наружные 3, выполненные вместе с ободом 4. Замыкание магнитного потока Φ показано



сплошным контуром. Размеры генератора регламентируются, с одной стороны, возможностями применяемого для обработки оборудования, с другой стороны, минимальными размерами паза. Так, для репеллера диаметром около 1 м при расчетной скорости ветра 6,2 м/с, требуется генератор с номинальной частотой вращения 130 об/мин. Статор для такого генератора должен иметь минимум 144 паза. Полный расчет генератора делается индивидуально, с учетом параметров репеллера и вышеприведенных ограничений.

В ближайшее время будет закончено проектирование первого опытного образца ВЭУ такой конструкции на мощность 7,5 кВт и начаты ее испытания.

БЕСЕДЫ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Электричество - от простого к сложному

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

А.Л.Кульский. г.Киев

Опытные радиолюбители и особенно профессионалы-разработчики электронной аппаратуры знают, что на высоких частотах очень надежные в работе и устойчивые к самовозбуждению каскады усиления (особенно это справедливо по отношению к резонансным усилителям) удается реализовать в, так называемых, КАСКОДНЫХ схемах.

В них, как правило, используются два биполярных транзистора, включенных первый с общим эмиттером (ОЭ), а второй - с общей базой (ОБ). Или же это могут быть два полевых транзистора включенных, соответственно, с ОИ и с ОЗ. Нередко встречаются и "смешанные" схемы, где в каскодном включении применяются как полевой, так и биполярный транзисторы. Но в любом случае обязательно ДВА прибора!

В то же время имеется такая разновидность полевых транзисторов, которая, во-первых, позволяет легко реализовать каскодную схему включения, используя для этого только ОДИН прибор. И, во-вторых, не имеет вообще аналогов среди биполярных транзисторов. Речь идет о ДВУХЗАТВОРНЫХ полевых транзисторах.

То обстоятельство, что при прочих равных условиях каскодные схемы относятся к наиболее быстродействующим, определяется очень малым значением, так называемой, центральной емкости C_c , если заземление затвора по высокой частоте стремится к идеальному.

Это следует понимать так, что вывод затвора полевого транзистора, обычно не превышая по длине 5 - 7 мм (от корпуса прибора до точки контакта), соединяется с доста-

точно массивной заземленной поверхностью печатной платы. То есть никаких навесных проводников, никакого "сопляжа" при этом допускать нельзя!

Кроме того, большое ВЫХОДНОЕ сопротивление каскодной схемы позволяет подключить непосредственно на ее выход резонансные цепи высокой добротности. Только двухзатворные (реализующие каскод в наиболее полной мере) транзисторы НЕ ШУНТИРУЮТ колебательный контур в том случае, если этот контур включается не частично (связь автотрансформаторного типа), а полностью!

Например, на частоте 50 МГц однозатворный МДП транзистор КП305 имеет типичное эквивалентное выходное сопротивление 1,5 - 2 кОм. Поэтому, нагрузив этот транзистор на колебательный контур, можно заранее не сомневаться, что высокой добротности (достаточно малой полосы пропускания) достичь не удастся!

Эквивалентное (шунтирующее) сопротивление двухзатворного полевого прибора, например, КП306 порядка 20 - 25 кОм. А это уже совершенно иное дело. Принципиальная структура двухзатворного МДП транзистора представлена на **рис.79**. Изображено поперечное сечение, которое позволяет видеть, что между ИСТОКОМ и СТОКОМ этого усилительного прибора, имеющего канал N-типа, размещены первый (31) и второй (32) затворы.

В центре канала (а он выполнен так, что возможна работа транзистора как в обедненном, так и в обогащенном режимах) находится узкая низкоомная область - "экранный". Именно таким образом устраняется влияние эле-

ктростатического поля стока на затвор 31, что показано на **рис.80**.

Конечно, двухзатворные МДП транзисторы с успехом используются и в схемах СМЕСИТЕЛЕЙ (преобразователей) частоты. При этом удается реализовать хорошую развязку между сигнальной цепью и цепью гетеродина. Вообще "двухзатворник" обладает еще целым рядом специфических преимуществ. Это, прежде всего, относится к КАЧЕСТВУ обработки сигнала, не говоря уже об экономичности.

В настоящее время к числу наиболее распространенных (производства СНГ) двухзатворных полевых МДП транзисторов относятся: КП306, КП350, КП359, КП327 и некоторые другие. Еще одним замечательным качеством МДП транзисторов с двумя затворами является то, что некоторые из них характеризуются наличием оговоренного в технических условиях на прибор (гостированного) КВАДРАТИЧНОГО участка переходной характеристики. Например, упомянутый уже КП306, у которого этот параметр оговорен, очень хорош по этой причине для применения в высоколинейных резонансных УВЧ.

Однако не следует полагать, что приборы, обладающие двумя затворами, обязательно имеют структуру МДП, это не так!

Применяются и полевые транзисторы с двумя затворами на основе P-N перехода. Такие транзисторы хорошо зарекомендовали себя в области рабочих частот 200 - 900 МГц, например КП322.

Следует заметить, что полевые транзисторы структуры МДП имеют специфические обозначения на принципиальных электрических схемах, что и представлено на **рис.81**. "Ахиллесовой пятой" МДП транзисторов является высокая их уязвимость по отношению к статическим электрическим зарядам, поскольку сопротивление "затвор - структура" колоссально!

Обычно это сотни миллиардов Ом (сотни ГОм!), а слой диэлектрика, разделяющий управляющий электрод и проводящую область кристалла - крайне мал. В результате чего напряженность электрического поля достигает сотен тысяч вольт на сантиметр и происходит катастрофический электрический пробой структуры! МДП транзистор выходит из строя. Чтобы избежать этого, МДП прибор поставляется с кольцом, надетым на выводы и закорачивающим их между собой.

Или, в случае планарного корпуса (КП327) - в таре, имеющей прокладку из проводящей фольги. Следует заметить, что схемотехнические особенности применения двухзатворных МДП транзисторов имеют свою, особую специфику, на которой стоит остановиться подробнее.

(Продолжение следует)

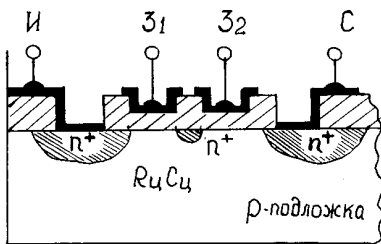


рис.79

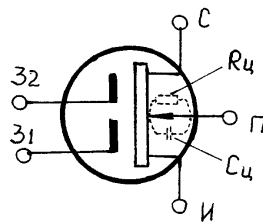


рис.80

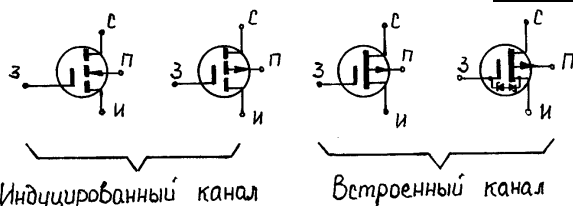


рис.81

МАСКА СВАРЩИКА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ЖК-ЗАТВОРОМ

(По материалам статьи А.Самарина в журнале "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес", 2/2002)

Известно, что при проведении сварочных работ сварщик должен защищать глаза и кожу лица с помощью специальной маски. Опасность для зрения представляют ультрафиолетовое и инфракрасное излучения. Если глаза не защищать светофильтром, ослабляющим световой поток, то из-за инерционности зрительной системы сетчатка глаза успевает получить большую долю излучения (словить "зайчика"). Широко используемая сейчас фибровая маска содержит набор сменных светофильтров. Принцип ее работы прост: с откинутой маской сварщик производит подготовительные работы, потом поджигает электрическую дугу и только после этого опускает маску. Тут и может произойти повреждение зрения.

Идея использовать в маске сварщика динамический затвор возникла несколько десятков лет назад. Первые динамические затворы были механическими, как у фотоаппарата, надежность и эффективность их была низка. Более 20 лет назад появились автоматические затворы на основе быстродействующих ЖК-модуляторов, ко-

торые иногда называют "хамелеонами". Автоматический затвор позволяет освободить обе руки сварщика и сконцентрировать внимание на качестве сварки. Его использование обеспечивает сверхнадежную защиту глаз и меньшую утомляемость сварщика.

Сейчас маски с автоматическим ЖК-затвором выпускает ряд фирм во Франции, Японии, Германии, Швеции и Швейцарии. Основные производители этих масок в Европе - шведская фирма ESAB и швейцарская фирма OPTREL. Кассета с ЖК-затвором представляет собой отдельный модуль и крепится с передней стороны маски, образуя единую конструкцию шлема.

Устройство оптического модуля или динамического фильтра показано на **рис.1**. Он содержит:

- защитный фильтр из поликарбоната толщиной 1,2 мм, защищающий наружные оптические поверхности от механических воздействий окружающей среды, вредных газовых испарений в зоне сварки, расплавленных капель свариваемого материала, песка и пыли;

- композитный УФ- и ИК- светофильтр;

- две или три последовательные быстродействующие ЖК-ячейки (**рис.2**), обеспечивающие, с одной стороны, быстрый переход из прозрачного в непрозрачное состояние, а с другой - необходимый коэффициент пропускания в видимой части спектра для выбранного режима сварки;

- защитный фильтр из поликарбоната толщиной 1,2 мм.

ЖК-ячейка (**рис.2**) содержит поляризационные пленки, обладающие большим коэффициентом поглощения в УФ-диапазоне и решает задачу УФ-фильтрации. Если в ИК-диапазоне излучения электрической дуги использовать ИК-фильтр поглощающего типа, то произойдет сильное нагревание самого фильтра и всего ЖК-затвора. Поэтому в конструкции применяются ЖК-отражательные фильтры на основе композитных интерференционных пленочных покрытий, которые состоят из чередующихся тонких пленок металла (серебра) и оксидных пленок (SiO_2 или In_2O_3). В качестве подложки используется спецстекло марки СЗС21.

Управление ЖК-ячейками осуществляется с помощью электронного модуля, который содержит:

- два фотодатчика (по одному с левой и правой стороны кассеты ЖК-затвора) и усилитель сигналов с них;

- схему управления двумя ЖК-модуляторами;

- микроконтроллер, обеспечивающий выбор режима работы затвора (коэффициент пропускания в закрытом состоянии), сопряжение с фотодатчиками, индикацию на ЖК-дисплее выбранного сварщиком режима сварки и формирование диаграммы для схемы управления ЖК-модуляторами;

- солнечные батареи из 9 и более секций солнечных элементов на основе аморфного кремния, обеспечивающие напряжение от 4,5 до 8 В и ток в рабочем режиме до 2-3 мА;

- резервный источник на литиевой батарее 3 В, конденсаторе большой емкости с малыми токами утечки или на подзаряжаемом от солнечной батареи аккумуляторном элементе;

- функциональную кнопочную клавиатуру (3-4 кнопки), как правило, мембранного типа;

- кодирующее устройство или переменный резистор для регулирования оптической плотности (уровня защиты).

На **рис.3** показана схема управления автоматическим ЖК-затвором. Степень сложности схемы управления определяется классом и стоимостью маски сварщика. В простых недорогих моделях с низким быстродействием ЖК-затвора (10-20 мс), как правило, нет ни микроконтроллера, ни ЖК-дисплея, ни функциональной клавиатуры. Питание производится от батарейки типа "Крона" с ручным включением.

В дорогих моделях (400-500 дол.) обеспечивается широкий диапазон уровней защиты, автоматическое включение при приближении сварщика, выбор режимов сварки и защиты с помощью функциональной клавиатуры и дисплея.

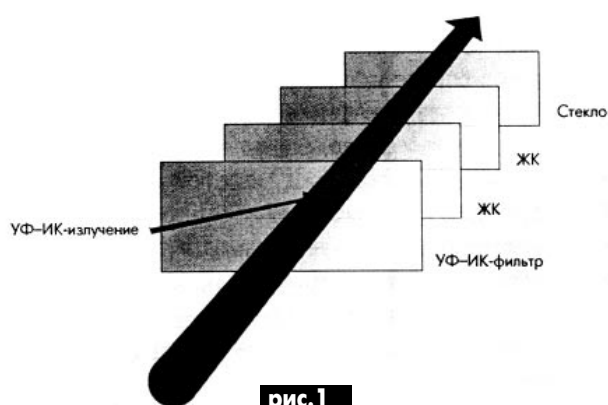


рис.1



рис.2

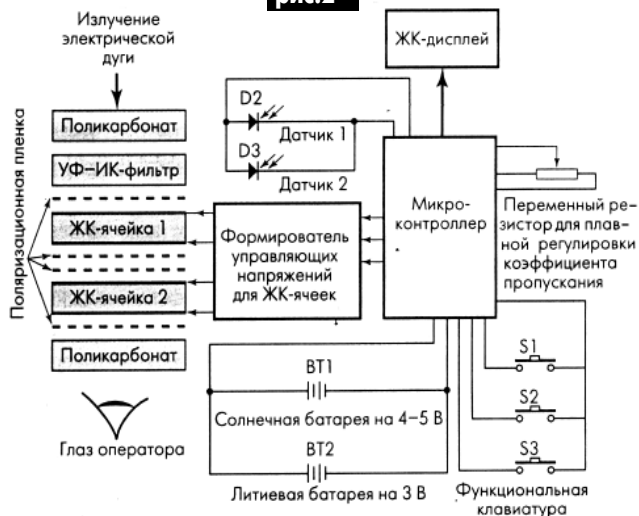


рис.3

Дайджест по автомобильной электронике

www.nnov.rfnet.ru

Корректор угла опережения зажигания

Структурная схема октан-корректора (ОК), использующего пропорциональность задержки угла опережения зажигания (УОЗ) периоду вращения вала двигателя, показана на **рис. 1**. Последовательность импульсов с прерывателя поступает на вход. Длительность паузы (опорная величина) фиксируется с помощью генератора опорной частоты G1 и реверсивного счетчика CT, который при низком логическом уровне на входе работает на увеличение счета (накопление информации), а при высоком - на уменьшение (считыва-

ние накопленной информации). В первом случае работает генератор G1, во втором - G2 (G1 блокируется). Частоту G2 можно изменять. При равенстве частот генераторов G1 и G2 задержка УОЗ 90°. Для обеспечения задержки до 30° необходимо, чтобы частота G2 была в три и более раза выше частоты G1. По окончании счета на выходе счетчика P формируется сигнал, устанавливающий на выходе RS-триггера высокий уровень, блокирующий работу счетчика и являющийся задержанным выходным сигналом. В исходное состояние схема возвращается при приходе на вход низкого уровня, который сбрасывает RS-триггер, и цикл повторяется.

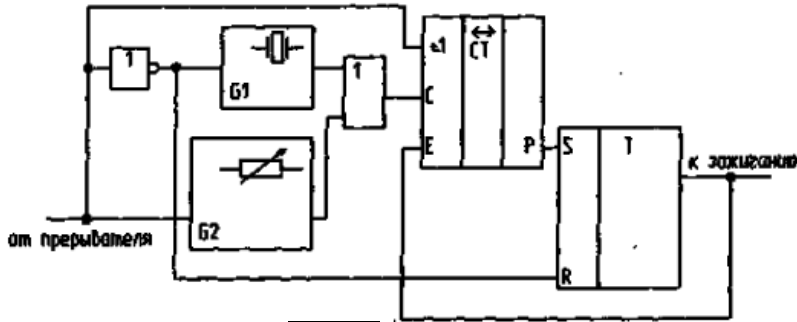


рис. 1

Принципиальная схема ОК показана на **рис. 2**. На входе установлен ФНЧ (R3, C3), который совместно с элементами DD1.1, DD1.4 исключает влияние дребезга контактов прерывателя. Генератор G1 собран на DD1.3, DD1.2, R7, C2 и для исключения переполнения счетчиков DD2, DD3 при низких оборотах вала настроен на частоту 1 кГц. Генератор G2 собран на DD1.1, DD1.2, R4, R5, C1 и с помощью переменного резистора R4 может изменять свою частоту от 3 кГц до 90 кГц, что обеспечивает регулировку УОЗ от 30° до 1° соответственно.

Счетчики накапливают информацию о длительности замкнутого состояния контактов прерывателя, а после их размыкания считывают ее. При обнулении счетчиков на выводе 7 DD3 появляется кратковременный отрицательный импульс, который через DD4.3 переключает RS-триггер, на инверсном выходе которого формируется сигнал блокировки счетчика DD2 и через DD4.1, R6, VT - выходной задержанный сигнал.

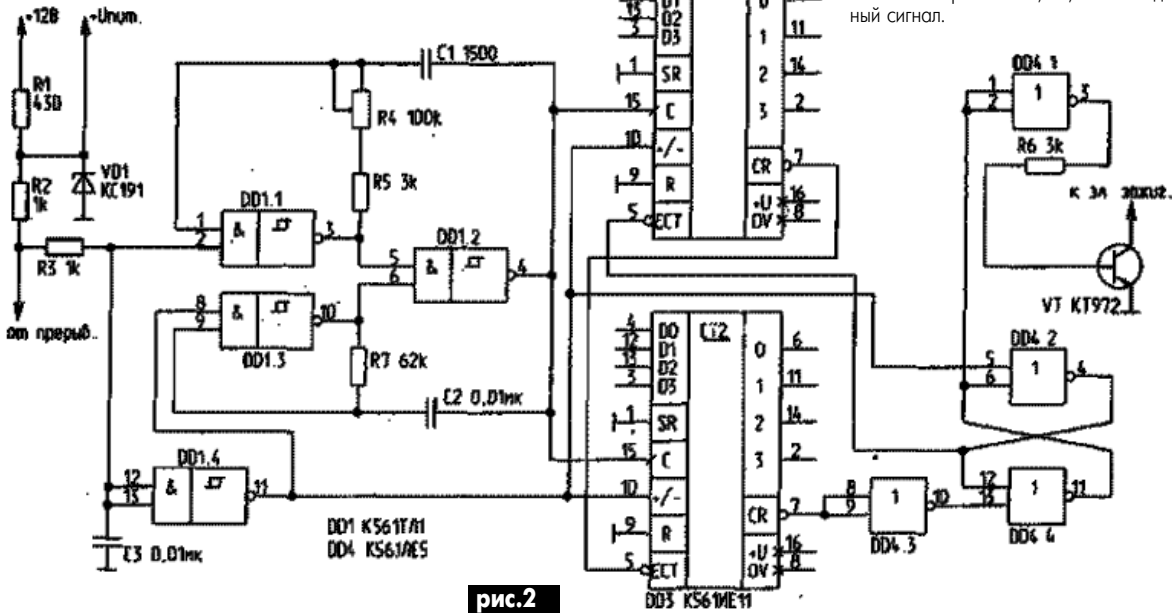


рис. 2

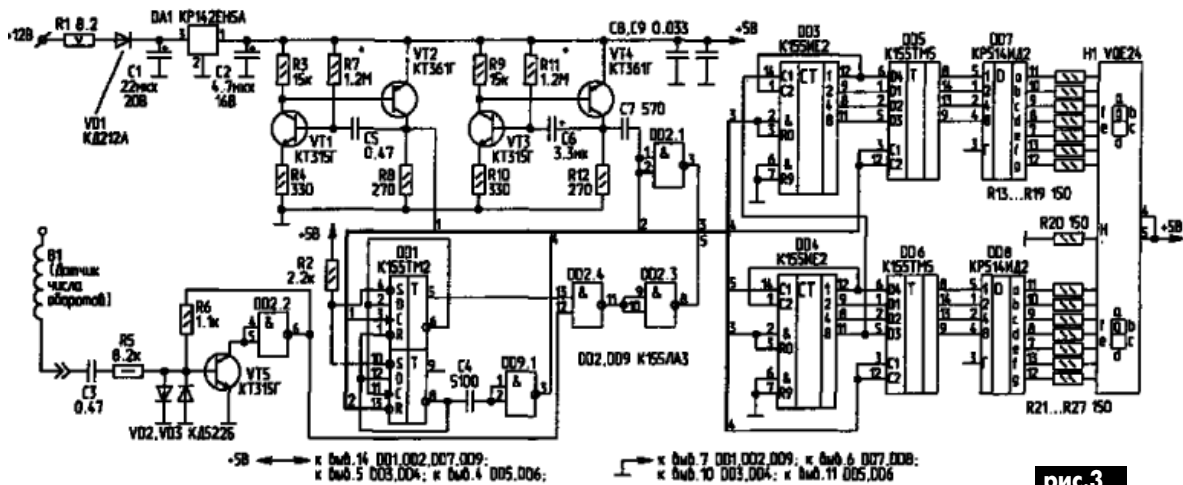


рис. 3

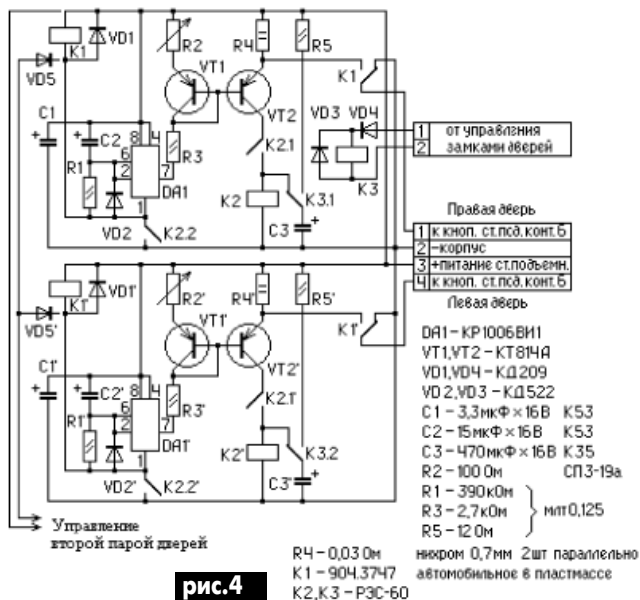


рис.4

(задержка УОЗ составляет 30°). Остается отградуировать шкалу резистора R4, который устанавливают на панели управления. Провода к нему желательнее экранировать.

Цифровой тахометр

Простой и надежный электронный тахометр, работающий на автомобиле "Форд-Эскорт", имеет двухразрядный цифровой индикатор, показывающий число тысяч и сотен оборотов в минуту и потребляющий 0,45 А. Принципиальная схема его показана на рис.3.

Тахометр состоит из узла управления на МС DD1 и элементов DD2.1, DD2.3, DD2.4; двух генераторов на транзисторах VT1-VT4; входного формирователя импульсов (триггер Шмитта) VT5, DD2.2; счетчика импульсов на DD3, DD4; промежуточной памяти на DD5, DD6; дешифратора на DD7, DD8 и индикатора И1. Мультивибратор на VT1, VT2 задает время измерения, а мультивибратор на VT3, VT4 определяет рабочий цикл прибора.

Промежуточная память служит для исключения мерцания цифр индикатора во время счета. Триггеры памяти синхронизируются сигналом с вывода 8 DD1, проходящим через конденсатор C4 и DD9.1, для получения нужной длительности и фазы. Время рабочего цикла устанавливают подбором резистора R11, а время измерения - резистора R7.

Для четырехцилиндрового двигателя применяют индуктивный датчик из 50...70 витков провода ПЭЛ 1,0, намотанных (виток к витку) на высоковольтном проводе, соединяющем распределитель с катушкой зажигания. Один конец катушки датчика изолируют, а второй соединяют со входом тахометра.

Частота импульсов зажигания и число оборотов вала двигателя связаны формулой:
 $f=2n/60,$

где f - частота импульсов зажигания, n - число оборотов в минуту.

Числу оборотов 3000 соответствует частота импульсов 100 Гц. Индикатор тахометра должен показывать 3/0 (тысячи/сотни), значит на счетчик должно пройти только 30 импульсов из 100. Поэтому время измерения равно 0,3 с. Время рабочего цикла в 10...20 раз больше (3...6 с).

Конструкция и детали. Цифровой индикатор болгарского производства VQE24 можно заменить двумя отечественными - АЛС324Б или АЛС342Б. Если заменить дешифраторы KP514ИД2 на K514ИД1, можно исключить резисторы R13-R19, R21-R27 и применить индикаторы АЛС324А с общим катодом. Транзисторы KT315 можно заменить на KT312, а KT361 на KT326. Диоды VD2, VD3 любые кремниевые. Конденсаторы C1, C2, C6 типов K53-1, K53-14; C3, C5 типа K73-17; остальные типов KM5, KM6. Все детали, кроме R1 и цифрового индикатора, размещены на двусторонней печатной плате размерами 60x115 мм, которая помещена в корпус из полистирола размерами 65x145x35мм. DA1 устанавливают на небольшом ребристом радиаторе. На резисторе R1 падает около 5 В, что существенно облегчает тепловой режим стабилизатора.

Если все детали исправны, прибор начинает работать сразу. При налаживании на базу VT5 подают сигнал частотой 100 Гц и подбором R7 устанавливают показания индикатора 3/0 (3000 об/мин).

Автомат стеклоподъемника автомобиля

Схема устройства для автоматического закрытия стекол дверей при постановке автомобиля под охрану показана на рис.4.

От схемы управления закрытием замков дверей на обмотку реле K3 поступает напряжение, и через его контакты K3.1 конденсатор C3 через резистор R5 заряжается от напряжения +12 В. После окончания импульса управления заряженный конденсатор подключается к обмотке реле K2, оно срабатывает и своими контактами K2.2 подает напряжение на таймер на МС DA1. На выводе 7 ее устанавливается напряжение близкое к "0", и через резистор R3 на базу транзистора VT2 подается открывающее напряжение. Через открывшийся транзистор VT2 и замкнувшиеся контакты K2.1 на обмотку реле K2 подается удерживающее напряжение. Транзистор VT1 термостабилизирует рабочую точку VT2. Замкнувшиеся контакты реле K2.2 подают напряжение на обмотку реле K1. Через резистор R4, контакты реле K1 и кнопку управления стеклоподъемником напряжение подается на двигатель стеклоподъемника, и стекло закрывается. Когда оно полностью закроется, двигатель начинает тормозиться, ток растет, увеличивается падение напряжения на R4, и транзистор VT2 закрывается. Обмотка K2 обесточивается, и его контакты, разомкнувшись, обесточат схему.

Ток срабатывания защиты устанавливают резистором R2. Время срабатывания таймера выбрано на 2-3 с больше, чем время полного закрытия стекла, и он работает только тогда, когда по какой-либо причине исчезнет нагрузка, и не будет условий для закрытия транзистора VT2.

Рисунок печатной платы и размещение элементов на ней показаны на рис.5.

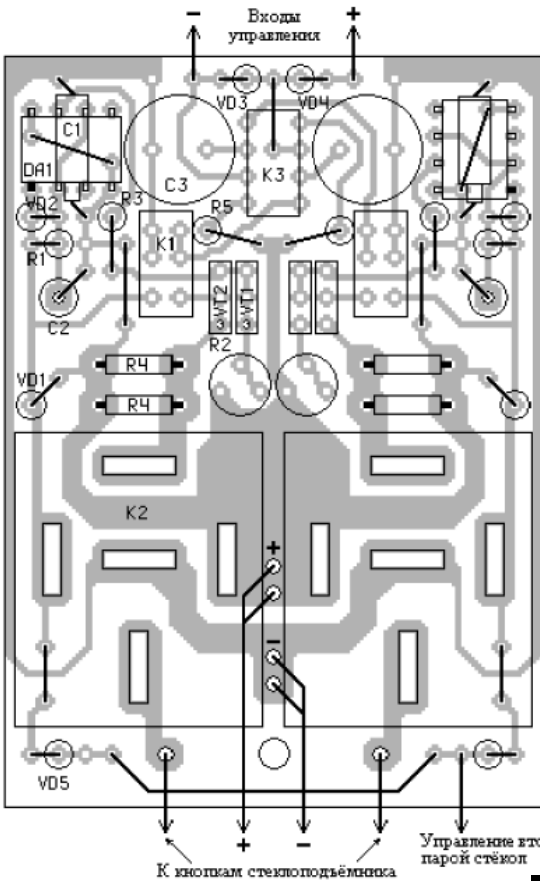
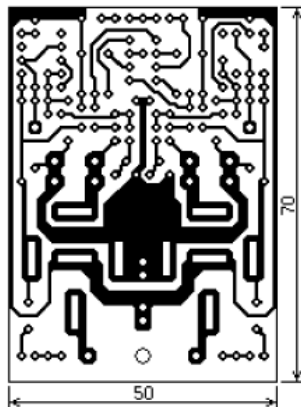


рис.5

Детали. МС K561ТЛ1 можно заменить на K561 ЛА7, установив после ФНЧ триггер Шмитта. Стабилитрон VD1 любой на напряжение 5...9 В. Транзистор KT972 можно заменить парой KT3102, KT815 (KT817). Конденсаторы C1, C2 и резисторы R5, R7 нужно выбрать однотипными или с одинаковым, ближе к нулевому, ТКЕ. Параллельно каждой МС по питанию желательнее установить керамический конденсатор емкостью 0,1 мкФ, а параллельно VD1 - танталовый электролитический конденсатор.

Настройка. На вход схемы подают низкий логический уровень и подбирают резистор R7 так, чтобы частота генератора составила 1 кГц (по частотомеру, подключенному к выводу 4 DD1). Затем устанавливают ползунок резистора R4 в нижнее по схеме положение, подают на вход высокий уровень и подбирают сопротивление резистора R5 так, чтобы показания частотомера равнялись 90 кГц, что соответствует задержке УОЗ в 1°. В верхнем положении ползунка R4 частота генератора должна быть около 3 кГц



Конденсатор C1 устанавливается над микросхемой DA1

У реле K1 неиспользуемые выводы обрезать.

Интересные устройства из мирового патентного фонда

Этот выпуск посвящен датчикам уровня жидкости

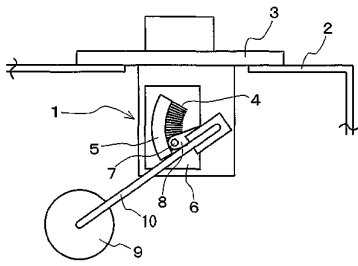


рис.1

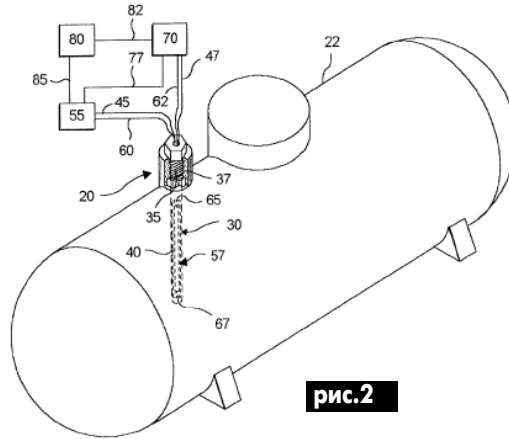


рис.2

В международном патенте PCT 02/14806 (2002 г.) описана **измерительная аппаратура уровня жидкости резистивного типа**. Устройство (рис.1) представляет собой поплавков 9, который опускается и поднимается при изменении уровня. Поплавок через тягу 10 связан с ползунком 8, который скользит по контактам 4. С контактами 4 связана группа резисторов 5, расположенных на изолированной пластине 6. Уровень жидкости в резервуаре прямо преобразуется в положение движка потенциометра, с которого можно снимать напряжение, пропорциональное уровню.

В патенте США 2002/0011105 (2002 г.) описана **система обнаружения уровня жидкости**. В закрытой цистерне 22 (рис.2) находится жидкость и ее пары в термодинамическом равновесии. Внутри цистерны ввинчена трубчатая конструкция 30 из теплопроводящего материала (металла). В ней расположен нагреватель 40, размещенный с одной стороны поверхности трубы 30 и термочувствительный датчик 57 с другой стороны трубы. Чем выше уровень жидкости в цистерне, тем больше отбор тепла от нагревателя, тем ниже температуру показывает термочувствительный датчик.

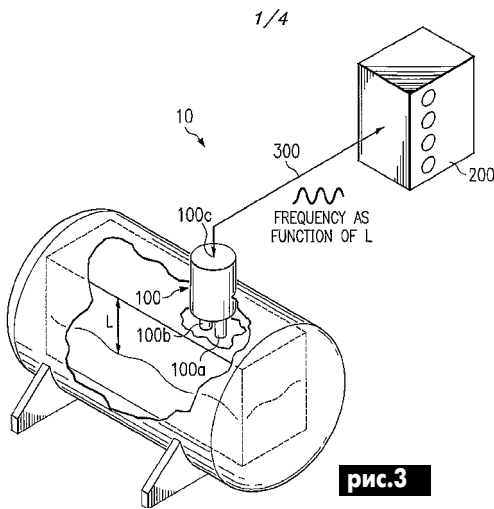


рис.3

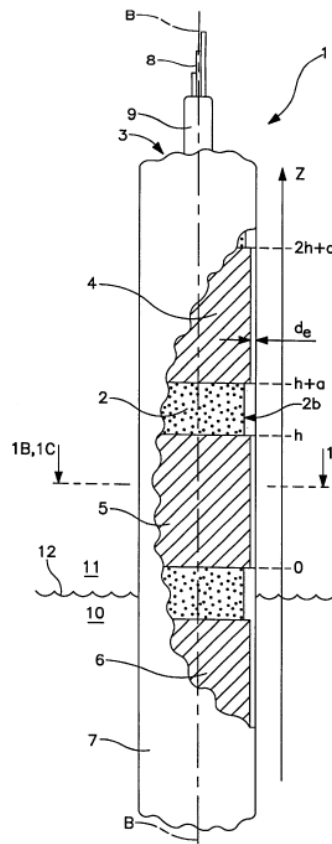


рис.4

Электрооптический датчик для измерения уровня описан в международном патенте PCT 01/90705 (2001 г.). В цистерну (рис.3) введены излучатель света 100а и приемник света 100б. Свет от излучателя отражается от поверхности жидкости и попадает в приемник. Чем дальше уровень жидкости, тем слабее сигнал в оптическом приемнике. В блоке обработки 200 сигнал приемника управляет модулятором частоты, а измеренная частота оказывается пропорциональной уровню жидкости.

Емкостной детектор уровня описан в патенте США 6318172 (2001 г.). Он предназначен для определения границы между водой и нефтью в сепараторе. Внутри измерительного стержня (рис.4) находятся электроды 4, 5, 6 разделенные промежутками 2. От каждого электрода отходят провода 8. Емкость конденсатора, образованного этими электродами, зависит от диэлектрической постоянной среды вокруг электродов. В блоке обработки рассчитывается уровень границы вода-нефть в зависимости от емкостей конденсаторов.

В патенте США 6282953 (2001 г.) описан **измеритель уровня горючего в бензобаке**. Внутри бензобака 10 (рис.5) установлены три датчика давления PT₁, PT₂ и PT₃, причем PT₁ и PT₂ установлены по высоте с разномсом Δh. Все три датчика подключены к микроконтроллеру. По их данным рассчитывается уровень h горючего.

В патенте Франции 2795816 (2001 г.) описан **измеритель уровня в автоцистерне**. Он состоит (рис.6) из двух конденсаторов: измерительного 12 и опорного 11. Измерительный конденсатор установлен по всей высоте цистерны и его емкость прямо зависит от уровня жидкости. Опорный конденсатор находится на дне цистерны и его ем-

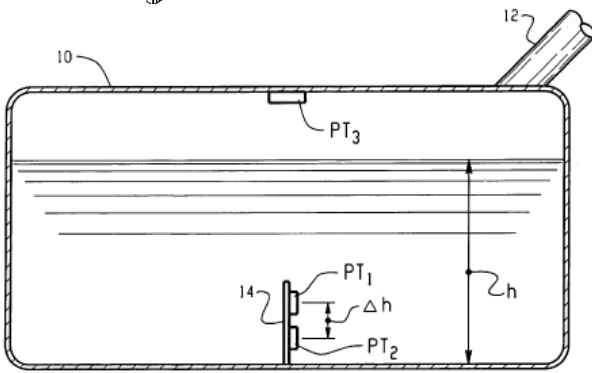


рис.5

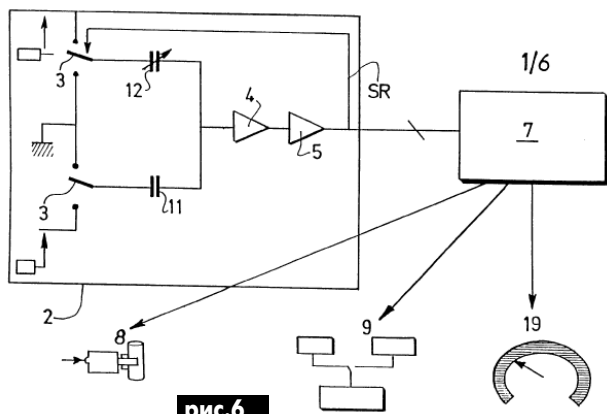


рис.6

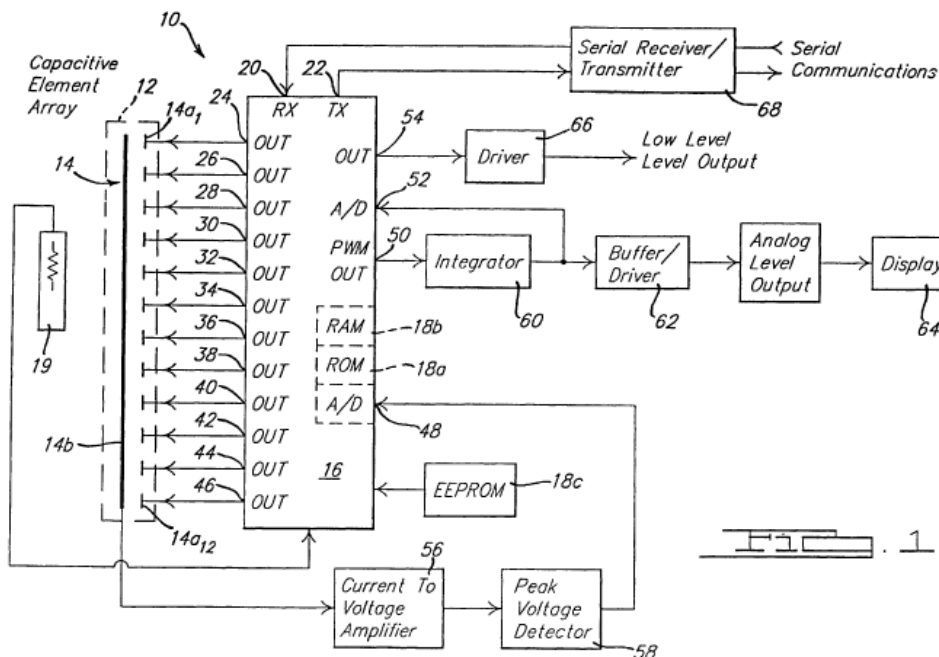


рис.7

кость постоянно независимо от уровня жидкости. Поскольку на емкость конденсаторов влияют также сорт горячего и его температура, то через переключатель 3 конденсаторы по очереди заряжают и разряжают. Разность напряжений на конденсаторах интегрируется в интеграторе 4, усиливается в 5. По этой разности контроллер 7 определяет уровень жидкости независимо от ее типа.

Цифровой датчик уровня жидкости описан в патенте США 6125696 (2000 г.). Он представляет собой (рис.7) решетку конденсаторов, у которых одна пластина 14 общая, а другие 12 (14a1,...14a12) расположены в резервуаре по вертикали с постоянным шагом. Все частные пластины подключены к различным выходам контроллера 16. Контроллер 16 по очереди подает сигналы на частные пластины. Эти сигналы воспринимаются общей пластиной 14 и передаются через усилитель 56 и пиковый детектор 58 в контроллер 16, который и вычисляет уровень жидкости.

МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ

От латинского *strictio* - сжатие. Заключается в изменении формы и размеров тела при его намагничивании. Эффект открыт Дж.Джоулем (статья о нем см. в РЭ 11/2000, с.31) в 1842 г. Различают объемную магнитострикцию (dV/V) и линейную магнитострикцию (dl/l). Обычно пользуются линейной магнитострикцией. В табл.1 приведены данные по линейной магнитострикции для различных металлов и сплавов (μ - магнитная проницаемость).

На рис.1 показана зависимость изменения dl/l от напряженности магнитного поля для некоторых металлов и сплавов, на рис.2 - та же зависимость для сплава железа и хрома при различном содержании хрома (максимальный эффект для сплава с содержанием хрома 21,1%). На рис.3 показана зависимость dl/l для никеля при изменении абсолютной температуры.

Магнитострикционные преобразователи используются в технике для преобразования изменения магнитного поля в механические колебания и наоборот (в частности в гидроакустике). На частотах от 10 Гц до 100 кГц используются металлические магнитострикционные материалы, на частотах до сотен МГц используются феррит-гранаты на основе редкоземельных элементов. Обратный эффект (преобразование сжатия в напряженность магнитного поля) открыт итальянским физиком Э.Виллари в 1865 г. и называется **эффектом Виллари**.

Гигантский магнитострикционный эффект. Как видно из приведенных выше данных, относительная величина магнитострикции у большинства ферромагнит-

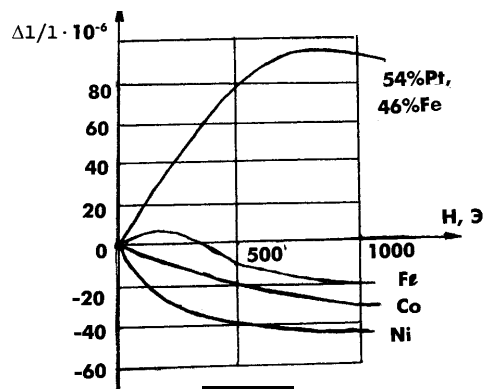


рис.1

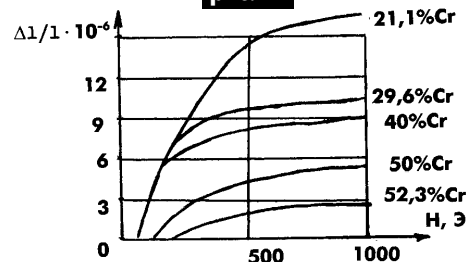


рис.2

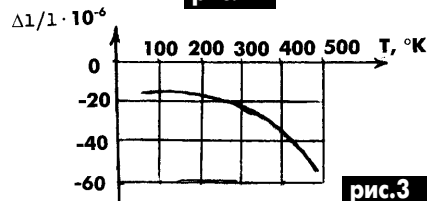


рис.3

Таблица 1

Материал	Хим. состав	$dl/l \cdot 10^{-6}$	μ
Никель	Ni>98%	-37	35
Пермандюр	Co-49%, V-2%, Fe-49%	+70	200
Алфер 12Ю	12,5%-Al, 87,5-Fe	+40	30
Керамический феррит	Ni,Co,Cu-ферриты	-26...-30	15-25

Таблица 2

Материал	$dl/l \cdot 10^{-6}$	T, °K	Условия
Тербий	1230	78	Поликристалл
Диспрозий	1400	78	То же
Тербий	5460	4,2	Магн.поле парал. оси a
Тербий	22000	4,2	Магн.поле парал. оси c
TeFe ₂	4700	300	Магн.поле парал. оси [111]
TeFe ₂ O ₁₂	2460	300	Магн.поле парал. оси [111]

ных материалов мала. Однако, буквально в последние годы у ряда веществ были открыты необычайно большие коэффициенты магнитострикции (редкоземельные материалы и соединения). В табл.2 приведены эти данные.

Абсолютный рекорд в 6% достигнут для сплава никель-марганец-галлий. Изучение эффекта продолжается.

Страничка юмора (по случаю сдачи сессии студентами)

Метод подгонки для оценки результатов физического эксперимента

А.В. Богомолов (<http://www.phys.spbu.ru>)

В работе излагается один из основных методов получения результатов, имеющих наибольшее распространение среди студентов. Данная работа может служить учебным пособием для студентов младших курсов.

1. Введение

Метод подгонки заключается в глубокой и своевременной оценке результатов с точки зрения здравого смысла, позволяющей корректировать теории и экспериментальные данные в рамках допустимых значений.

Применение метода подгонки, до настоящего времени, носило стихийный характер. Цель настоящего руководства - обобщить уже имеющийся опыт и систематизировать знания по данному вопросу.

Применение метода можно проиллюстрировать на примере.

Однажды, на общем физическом практикуме студентка получила ускорение свободного падения, равное $31,2 \text{ м/с}^2$. После продолжительной беседы с преподавателем ускорение уменьшилось в 2 раза и стало равным $15,6 \text{ м/с}^2$. Задача была сдана на "хорошо", что, безусловно, является успехом метода.

2. Новый взгляд на теорию ошибок

Ошибки бывают 4-х видов:

- случайные;
- систематические;
- преднамеренные;
- преднамеренные систематические.

Рассмотрение первых двух видов ошибок интересно излагается в учебниках. Ошибки третьего рода вычисляются по формуле:

$$b(\text{предн}) = X(\text{теор}) - X(\text{экспер})$$

и во время демонстрации результатов не приводятся. Верный результат получается путем прибавления к экспериментальным данным величины $b(\text{предн})$: $X(\text{верн}) = X(\text{экспер}) + b(\text{предн})$.

Ошибки 4-го рода могут применяться в случае многократного повторения неопищенного результата и могут быть выданы за систематические. Они вычисляются путем усреднения $b(\text{предн})$ по всем измерениям.

Применение такой ошибки гарантирует разброс, необходимый для убедительности результатов, однако, требует более сложных вычислений.

3. Конкретные способы применения метода подгонки

3.1 Ошибки вычислений

Для получения результатов экспериментов методом подгонки используются справочная литература и жизненный опыт. Самым простым видом справочной литературы для получения результатов физического практикума методом подгонки является ТЕТРАДЬ С ОТВЕТАМИ на столе преподавателя. Для ее использования необходимо:

- подождать, пока преподаватель уйдет из комнаты;
- переписать результаты, слегка изменить некоторые из них;
- зачеркнуть что-нибудь пару раз, чтобы сделать вид, что Вы измерили именно переписанные значения;
- дать тетрадь на подпись преподавателю, когда он вернется.

Особой разновидностью справочной литературы являются УЖЕ ПОЛУ-

ЧЕННЫЕ СТУДЕНТАМИ РЕЗУЛЬТАТЫ. Их надо использовать с особой осторожностью:

- если твои результаты сходятся с результатами товарища, оставляются твои результаты;
- если расходятся, но товарищ получил за задачу "отлично", берутся результаты товарища;
- если расходятся значительно, а товарищ задачу еще не сдавал - ищите других товарищей.

Для проверки правильности результатов можно применить метод преднамеренного слепого тыка. Он заключается в следующем:

- подсунуть товарищу свои результаты;
- посмотреть, на сколько он их едет;
- сделать выводы.

Ввиду особой опасности для товарища метод рекомендуется только в случае полного отсутствия его результатов.

КАТЕГОРИЧЕСКИ запрещается давать заведомо абсурдные результаты на подпись преподавателю!!! Лучше их оставить вообще без подписи или позднее подписать самому другие результаты.

ОСОБОЕ ПРАВИЛО: результаты никогда не следует писать близко друг к другу. Пусть преподаватель подпишется и под пустым местом между результатами. Место под нули оставляйте обязательно.

3.2 Ошибки графиков

При построении графиков желательнее пользоваться толстым карандашом.

Самый частый случай применения метода подгонки к графикам - большой разброс точек. Простейшим способом устранения этого недостатка является метод ВЫБРАСЫВАНИЯ. В этом случае точки с ошибкой $>3\sigma$ на график вообще не наносятся. Рядом с экспериментальной кривой целесообразно построить теоретическую. Оставив наиболее близкие точки, кривую проводят только по ним. Неточности результатов могут быть сильно сглажены выбором масштаба. При этом следует исходить из двух принципов:

- минимальность масштаба;
- видимость нужного эффекта;
- Если при оптимальном сглаживании эффект все-таки остался не виден, его искусственно завышают. Для этого место с эффектом строят в более крупном масштабе.

В крайнем случае можно построить только теоретическую кривую. При этом теоретические значения заранее вписываются в экспериментальные таблицы.

3.3 Ошибки в вычислениях

Считать ошибки не рекомендуется. В отчете приводятся формула и готовый ответ.

В 1-м семестре 1-го курса ошибки лучше всего оценить приблизительно:

- с точки зрения здравого смысла: ошибка должна составлять около 1% от измеренной величины (исключения всегда оговариваются в описании задачи, например, "точное взвешивание");
- систематическая ошибка приблизительно равна случайной, если велено посчитать обе. Она, как правило, равна половине деления какого-нибудь прибора.

Общее правило:

a) Случайная ошибка всегда есть, если требуется провести несколько опытов.

б) Она не может быть меньше систематической в 2 раза, ведь тогда можно было бы ограничиться и одним опытом. На более старших курсах рекомендуется угадывать ошибку из головы или измерять ее экспериментально.

3.4. Практический опыт

Товарищи! Помните, что **ПЛОХА ТА ТЕОРИЯ, КОТОРАЯ НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ НА ПРАКТИКУМЕ!**

Цель практического опыта - подтвердить правильность результата с точки зрения здравого смысла.

1. В приборе всегда должно быть измеряемое явление, на которое должны реагировать органы чувств.

Особые рекомендации:

- не хвататься за толстые детали;
- не пробуйте химические вещества в больших количествах, даже если Вы уверены, что они не очень радиоактивные;
- вода кипит при температуре 100 градусов, независимо от положения рук экспериментатора;
- а спирт - не при температуре 40 градусов. Это другое.

2. Возможны такие ситуации применения практического опыта:

- студент слишком много хочет. В этом случае рекомендуется выполнять работу подальше от лаборанта;
- студент слишком много знает. Я сочувствую лаборанту, столкнувшемуся с таким студентом, а также всем, выполняющим работу сразу после него;
- студент уже отчаялся. Тогда надо немедленно позвать лаборанта (или лаборантку, в зависимости от пола студента), и он(а) сам(а) сделает за него всю работу;
- Особое правило: любой тумблер на установке для каких-либо целей предназначен, поэтому его включение, как правило, не приводит к взрыву, пожару, потопу, землетрясению и т.п.

Тумблеры, включение которых все же к этому приведет, особо оговариваются в описании задачи.

Вывод: экспериментируйте смелее! Преподаватель редко узнает о том, что Вы натворили.

3. Необходимо помнить о правилах техники безопасности. В них иногда содержатся характеристики измеряемого явления. Например, в лаборатории находится радиоактивный элемент рутений, о чем записано в журнале по технике безопасности. Поэтому, чтобы определить неизвестный радиоактивный элемент, достаточно заглянуть в этот журнал, без выполнения задачи. Аналогично можно поступать со значениями высоких напряжений.

4. Помните! В практикум доступ более свободный, чем на семинары и даже на лекции. Поэтому товарищи, уже столкнувшись с Вашей задачей, могут спокойно сделать все за Вас, если, конечно, они сами получали свои результаты, взаимопомощью брезговать не рекомендуется. Преподаватель не обращает внимание на то, кто проводил твой эксперимент и получал результаты.

4. Содержание и следствия проводимой работы

Примерная схема любой задачи практикума выглядит так: перед работой надо провести разведку, т.е. выяснить у товарищей измеряемые значения и характерные вопросы преподавателей.

Прийти на практикум немного заранее и выбрать установку, которая лучше работает.

Войдя в комнату, начать крутить на установке все, что может крутиться. Этим произвести благоприятное впечатление на преподавателей, чтобы легче было сдавать допуск.

Допуск сдавать уверенно, слегка улыбаясь, не только если не знаешь ответа на вопрос, но и, если не понял самого вопроса.

Завести знакомство с лаборантом и приступить к выполнению работы. В процессе работы использовать сотрудничество и дружескую взаимопомощь.

Проанализировать в процессе работы практическим опытом измеряемые величины.

Правдами и неправдами выяснить из журнала результаты, которые надо получить, и сверить с ними результаты, взятые заранее у товарищей.

Дать наиболее реальное результаты на подпись наиболее доброму преподавателю.

Провести обработку задачи:

- написать заранее известные значения;
- взять ошибки измерений из головы;
- нарисовать графики, которые имеют физический смысл;
- Нойти объяснение необъяснимым эффектам, если они после этого останутся.

При сдаче работы добиться условий, когда преподаватель менее всего захочет с тобой возиться.

Задачу сдавать с товарищем, на фоне которого твои знания выглядят глубже: троечнику лучше всего сдавать с двоечником, хорошисту - с троечником, а отличнику - с хорошистом.

Сдав задачу, поделиться своими результатами.

Следует сказать несколько слов о компьютерной обработке результатов: при компьютерной обработке все формулы уже запрограммированы, и Вам не надо думать, по каким из них считать.

На машинке считать точнее, чем в уме, хотя много знаков с дисплея я Вам списывать не советую.

Машина - ДУРА. Она никогда не скажет преподавателю, какие результаты ты в нее вводил.

Программируются только сложные задачи, поэтому преподаватель твои результаты проверять не будет.

Пользование принтером делает результаты еще более убедительными, даже если они нарисованы в режиме OFF-LINE.

ЭВМ - хороший повод для ввода в комнату своих товарищей.

Поздняя сдача задачи сваливается на занятость, зависание машины.

Вывод: если у Вас есть выбор, на какую задачу записаться, выбирайте задачу с компьютерной обработкой.

В заключении своего псевдонаучного труда хочу привести известную народную мудрость: **НЕ УВЕРЕН - НЕ ПОДГОНЯЙ!**



ХАНС КРИСТИАН ЭРСТЕД

В начале XIX века науки об электричестве и о магнетизме развивались параллельно и независимо друг от друга. Между этими предметами была разница, как сейчас между сантехникой и космосом. Весь этот порядок сломал скромный преподаватель из Копенгагенского университета Ханс Кристиан Эрстед, причем сломал случайно, вовсе не думая о том, что из этого произойдет...

Ханс Кристиан Эрстед родился 14 августа 1777 г. в маленьком городке Рудкобинг на одном из датских островов Лагеланд (можно предположить, какая это была глушь). Его отец был аптекарем в этом городке. В семье возникли проблемы, в результате Ханс и его младший брат были отправлены в Германию к какому-то парикмахеру и прожили там все детство. Для парней это оказалось полезным - они изучили немецкий, французский и латинский языки, математику, хотя никогда не учились в школе. В 1794 г. братья вернулись на родину и в том же году поступили в Копенгагенский университет. Ханс изучал в университете астрономию, физику, математику, философию, фармакологию. В 1797 г. он получил ученую степень фармаколога с отличием.

Вначале Эрстед увлекся философией. В 1799 г. он защитил диссертацию по философии Канта. Ему это так понравилось, что он поехал во Францию и начал там читать лекции по философии. Результатом был полный провал, французы его просто осистали. Эрстед понял, что философия - не его тема и решил заняться физикой. В 1804 г. он пробовал стать профессором физики в Копенгагенском университете, но у него ничего не вышло - ученый совет его провалил. Тогда Эрстед стал читать в Копенгагене публичные лекции по физике. Через несколько лет его авторитет вырос и совет университета сдался - Эрстед стал профессором физики Копенгагенского университета. Далее все пошло по накатанной колее - уважаемый профессор, каких в Европе были тысячи, лекции, всеобщее уважение. Жить бы так и жить до полной старости...

Прошло много лет. Эрстеду перевалило за 40, появилась отдышка, солидность во взоре, обращение "уважаемый господин профессор". Лек-

ции хорошо, солидно готовились, студенты были довольны.

Весной 1820 г. наступил по выражению Стефана Цвейга "звездный час человечества". Эрстед о нем не подозревал. Он читал для одного потока лекции по магнетизму, а для другого - по электричеству. Попался ему нерядовой лаборант, который с предыдущей лекции не убрал с лабораторного стола большой макет компаса. Эрстед вышел читать лекцию по электричеству и со злостью решил, что лаборанта следует наказать. Темой лекции было действие электрического тока. В распоряжении Эрстеда была батарея Вольта и тонкий железный провод. При подсоединении провода к малому числу элементов батареи он не грелся, при подсоединении к большому числу элементов, он начинал греться, а при подсоединении к полному числу элементов провод раскалялся и начинал светиться. Студенты в этом убеждались и были в восхищении. Почему при этом Эрстед не открыл закон Ома (ведь все было так очевидно), непонятно. Но зато этот проклятый компас при каждом подключении батареи к проводу вел себя непонятно - стрелка отклонялась, как будто полюса Земли менялись местами. "Черт бы побрал этого лаборанта, - решил Эрстед, - надо проверить компас!"

Когда лекции закончились, Эрстед решил все тщательно проверить. Компас оказался в порядке. Но его стрелка действительно реагировала на включение электрического тока! Целый месяц профессор пытался понять суть происходящего, ничего не вышло. И тогда Эрстед решил написать письма во все академии Европы с просьбой разобраться в сути явления.

Его письма произвели в Европе эффект разорвавшейся бомбы. Все физики Европы убедились в существовании такого эффекта, ну и что? Быстрее всех среагировал великий французский физик Андре-Мари Ампер (статья о нем см. в РЭ1/2000, стр.60). Он не только обосновал связь электрических и магнитных явлений, но и вывел формулу связи между силой электрического тока и магнитным полем. Причем Французской Академии это было доложено уже осенью 1820 г.

Так наука об электричестве и наука о магнетизме слились и началась эра электромагнитных явлений. Во главе направления стал великий Майкл Фарадей (статья о нем см. в РЭ 4/2000, стр.60). Благодаря этому появились и электромоторы, и электромагниты, и многое другое, но уже много лет спустя.

Эрстед стал, наверное, самым знаменитым физиком Европы. Его избрала академиком все научные организации, слава и почет окружали его, король Дании наградила его орденом самого знаменитого гражданина королевства.

Но Эрстед был смущен. Неужели из-за простого случая он стал знаменитым ученым? В чем его научный талант? Что он такого сделал? События разбудили почивавшего на лаврах физика. Эрстед занялся интенсивной научной деятельностью, чтобы доказать, что он все же настоящей исследователь. И успех к нему пришел! В 1825 г. Эрстед выделил из глинозема металл алюминий, который до сих пор

не поддавался усилиям самых знаменитых химиков. Так Эрстед стал первооткрывателем самого перспективного металла для человечества.

Нет числа наградам, полученным Эрстедом, это и золотая медаль британского Королевского общества, и награды французской Академии наук. Но, видимо, самой большой наградой было в конце XIX века присвоение имени Эрстеда единице напряженно-

сти магнитного поля. И хотя в 1961 г. была введена международная система единиц СИ, в которой напряженность магнитного поля измеряется в обозначенной единице А/м, физики всего мира продолжают измерять магнитное поле в эрстедах. Кстати, напряженность магнитного поля Земли равна 0,6 э.

Ханс Кристиан Эрстед умер 9 марта 1851 г. в Копенгагене.

Визитные карточки

НВК ПП "АЕС"

Украина, Киев, ул. Красногвардейская, 5, т.(044) 5524005, ф. 5524005

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) 7702040, 7440476

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) 4322413, 5682138

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) 2662561, 2662489, 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.Дегтяренко, 26/28, т/ф (044) 4301018, 5361836

Кабельные и мачтовые муфты 0,4 - 10 кВТ, концевые заделки, воронки, ролики, припои, наконечники, гильзы. Лента смоляная, ПВХ, х/б, стеклотента. Мастика, паяльные материалы. Пломбираторы, пломбы, тросики. Доставка.

ТЕХНОКОН

Украина, 61044, Харьков, пр. Московский, 257, оф.905,

т/ф (0572) 162007, 174769, E-mail:tecon@velton.kharkov.ua

Авторизованный системный интегратор SCHNEIDER ELECTRIC. Разработка АСУ ТП "под ключ"; системы учета энергоресурсов; поставка оборудования (контакторы, пускатели, автоматы, частотные преобразователи и др.); измерительная техника для энергетики.

ООО НПП "ЛОГИКОН"

Украина, 03150, г.Киев, ул. Анри Барбюса, 9А, к.402,

т/ф (044) 2528019, 2611803

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) 4668146, ф. (044) 5652805

Поставки электротехнической продукции: дифференциальная и токовая защита, реле, шкафы распределительные и фурнитура, автоматика для систем освещения, короба.

