

## СОДЕРЖАНИЕ

- ЭЛЕКТРОАППАРАТУРА**
- 2 Стабилизатор тока от 0 до 150 А . . . . . И.А. Коротков  
5 Проектирование преобразователей напряжения и частоты средней и большой мощности . . . . . А.Н. Маньковский  
6 Зарядно-разрядные устройства . . . . . Н.П. Горейко  
7 Влияние размера капель расплавленного электродного металла на устойчивость сварочной дуги. . . . . В.А. Кучеренко

- КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕМОНТ**
- 9 Индикатор напряжения автомобильного аккумулятора, и не только. . . . . А.Г. Зызюк  
10 Защита электродвигателя насоса. . . . . В.Ф. Яковлев  
11 Электронагревательная бетонная панель . . . . . Н.И. Марфин  
12 О расчете емкости гасящего конденсатора для паяльника . . . . . К.В. Коломойцев  
13 Радиодистанционное охранное устройство . . . . . В.М. Палей  
15 Ноу-хау электрика Максима . . . . . В. Самелюк  
15 Явление резонанса в силовых трансформаторах и генераторах переменного тока. . . . . Ю. Бородатый

- СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТ**
- 16 Стандартные симисторы фирмы "Philips Semiconductor"  
18 Устройства с подавлением электрического поля 1P20, 1P44 . . . . . И. Бордовский

- НЕСТАНДАРТНЫЕ ИДЕИ**
- 20 Игровая индикация "Карты" . . . . . Ю.П. Саража

- ЭНЕРГЕТИКА**
- 22 Резервы генерирующих мощностей . . . . . О.Л. Архипов  
23 Аэратор - насос без подвижных частей  
24 Передвижение материалов, энергии, информации и денежных средств. . . . . Ю. Бородатый

- ЭЛЕКТРОШКОЛА**
- 25 Азбука полупроводниковой схемотехники . . . . . А.Л. Кульский

- ЭЛЕКТРОНОВОСТИ**
- 26 Дайджест по автомобильной электронике  
28 Страничка юмора. Дневник молодого специалиста  
29 Интересные устройства из мирового патентного фонда  
30 Юным электрикам. Электрический счетчик  
30 Тензометрический эффект  
31 Эмилий Христианович Ленц  
31 Визитные карточки  
32 Книга-почтой

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Недавно в нашей прессе появились сообщения, что нью-йоркский аналитический центр "Freedom House" опубликовал ежегодный отчет о состоянии дел в 27 постсоциалистических странах (в их число входят 15 бывших республик СССР, 4 бывших республики Югославии, Чехия и Словакия, некогда составлявшие единую страну). В то, что публикует наша пресса, я не особенно верю, поэтому отыскал этот 445-страничный отчет в Интернете, распечатал 15 страниц, относящиеся к Украине, и сводную таблицу коэффициентов. Если кто-либо из читателей имеет выход в Интернет, то нужно выйти в любую иностранную информационно-поисковую систему, например Yahoo(!), Altavista, Excite и др., и в окошке набрать название этого отчета - "Nations in Transit". Первый же веб-сайт и будет искомым.

Что же это за таблица коэффициентов? Дело в том, что аналитики оценивают состояние дел по трем основным направлениям: демократизация общества, права человека и экономика по такой системе: наилучшая оценка 1,0, наихудшая - 7,0. Каждое из направлений делится еще на ряд поднаправлений, поэтому таблица получилась большая.

Итак, первое направление - демократизация общества. Наилучшая суммарная оценка у Польши - 1,5. Украина имеет оценку 4,69, за ней пристроились Россия - 4,81; Киргизия - 5,38; Азербайджан - 5,44; Таджикистан - 5,50; Казахстан - 5,88; Беларусь и Узбекистан - по 6,56; Туркменистан - 6,94.

Кстати, по одному из поднаправлений "свобода прессы" оценка у нас похуже - 5,50. Сзади нас - те же партнеры.

Второе направление - соблюдение прав человека. Наилучшие оценки здесь у Польши и Словении - по 1,88. Украина имеет 5,38; столько же имеет Россия, далее следуют все те же "орлы": Киргизия - 5,63; Азербайджан - 5,75; Таджикистан - 5,88; Беларусь - 6,0; Казахстан - 6,13; Узбекистан - 6,25; Туркменистан - 6,63. В этом направлении есть поднаправление - "уровень коррупции". Здесь у нас почетные 6,0! Россия и азиатские друзья держатся вровень. Только Азербайджану, Казахстану и Туркменистану доли оценки чуть больше 6,25.

Наконец, экономика. Наилучшие оценки у Польши и Эстонии - 1,92. Суммарная оценка Украины - 4,42. Вроде бы лучше, чем по предыдущим направлениям, но у России - 3,92! Еще лучше дела у Армении (3,58), Грузии и Киргизии (3,75), даже у Молдовы и Казахстана оценки выше (4,25). Хуже нас только 3 азиатские страны и Беларусь.

Все познается в сравнении. Сколько бы ни кричали наши лидеры о реформах, но во рту слаще не становится, поскольку реформ фактически нет. Есть только перманентное повышение цен и тарифов. Это делают охотно, потому что проще.

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

## ЭЛЕКТРИК

Учредитель  
ДП "Издательство Радиоаматор"  
Издается с января 2000 г.  
№ 9 (33) сентябрь 2002 г.  
Зарегистрирован в Министерстве прессы и информации Украины сер. КВ № 3858 от 10.12.99  
Издательство "Радиоаматор"  
Г.А. Ульченко, директор, ra@sea.com.ua

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

Для писем: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина  
тел. (044) 230-66-61  
факс (044) 248-91-62  
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. Поночовный, 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. 0161209 Тираж 2200 экз.

# СТАБИЛИЗАТОР ТОКА ОТ 0 ДО 150 А

И.А. Коротков, Киевская обл.

В литературе нечасто можно встретить стабилизаторы тока на 100-200 А, но в некоторых процессах они необходимы (гальваника, сварка). На такие токи, как правило, нужны сверхмощные транзисторы. Я предлагаю схему на 150 А с плавной регулировкой тока от 0 до 150 А на обычных транзисторах КТ827.

На **рис.1** показана управляющая часть стабилизатора, на **рис.2** - силовая часть. Как видно из **рис.2**, нагрузка включена несколько необычно: в разрыв отрицательного вывода диодного моста и земляного провода. Все мощные транзисторы (а их 16) включены по схеме с общим коллектором, но каждый из них нагружен на свою нагрузку. Все нагрузочные резисторы вторым выводом также соединены с землей. Таким образом, через выводы Rn протекает суммарный ток всех 16 транзисторов. Ток через один транзистор выбран около 9,4 А, что вполне допускают транзисторы КТ827. При падении напряжения на транзисторе 10-11 В мощность рассеяния одного транзистора составит около 100 Вт. Разброс параметров транзисторов VT1...VT16 и сопротивлений резисторов R2...R17 не имеет значения, так как каждый транзистор стабилизатора управляется своим операционным усилителем (**рис.1**). Выход каждого двоярного ОУ DA1...DA8 через транзисторы VT1...VT16 (**рис.1**) соединен с базами транзисторов VT1...VT16 (**рис.2**), а обратная связь подана на инвертирующий вход ОУ с эмиттера соответствующего ему транзистора. ОУ поддерживает на инвертирующем входе (и соответственно на эмиттере) такое же напряжение, какое у него на неинвертирующем входе. На все 16 неинвертирующих входов через резисторы R1...R16 (**рис.1**) подано стабильное управляющее напряжение со стабилизатора DA9 и резисторов R17, R18. При изменении управляющего напряжения изменяется ток через каждый из резисторов R2...R17 (**рис.2**) и соответственно через общую нагрузку Rn.

ОУ DA1...DA8 питаются от стабилизатора, выполненного на элементах DA1, DA2, VT17 (**рис.2**). Для ОУ можно применить любой другой источник питания с напряжением ±12...15 В.

**Конструкция.** Печатная плата управляющих ОУ приведена на **рис.3**. На ней расположены все элементы с **рис.1**.

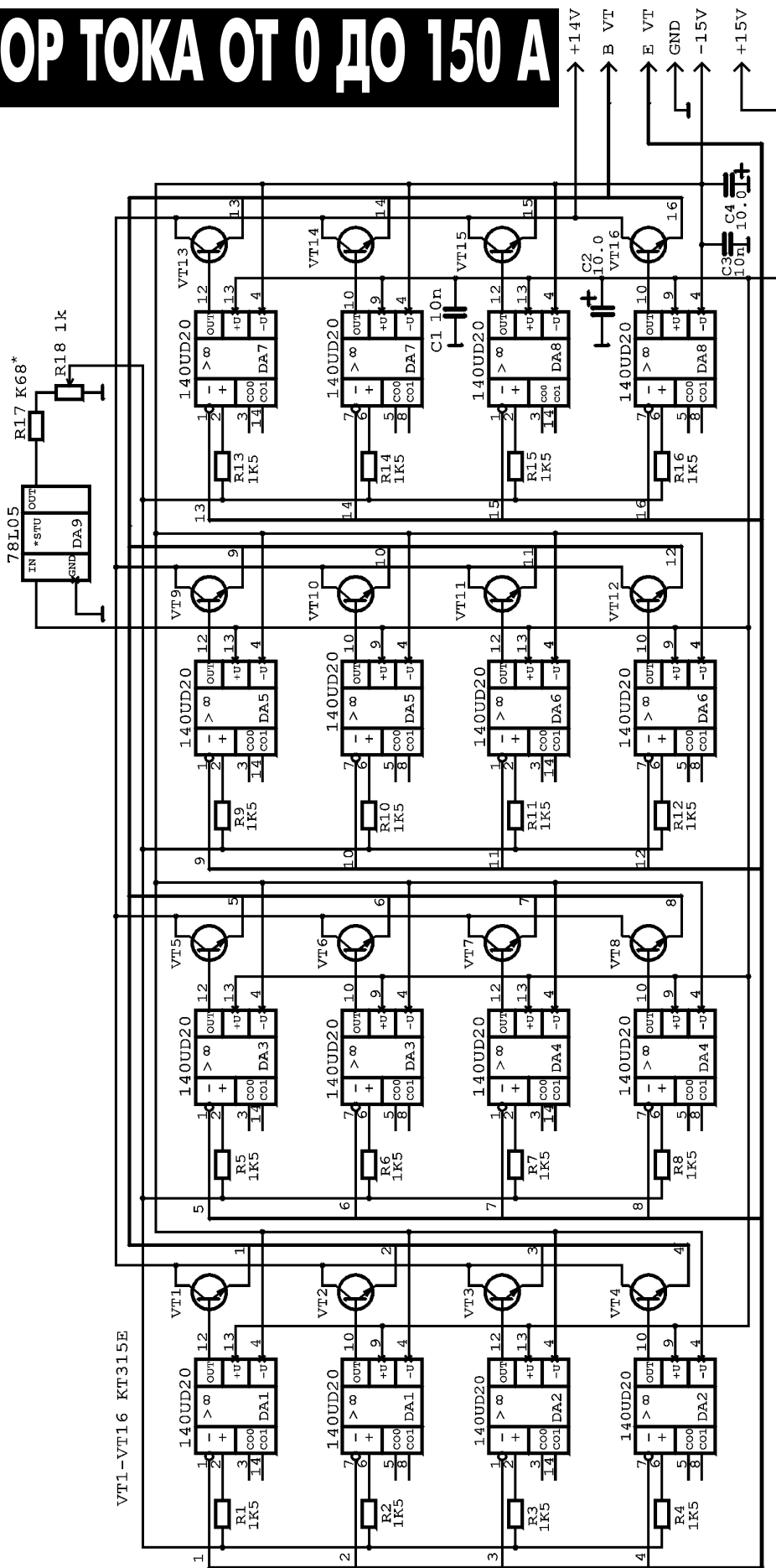


рис.1

Силовые транзисторы располагают на радиаторах, способных рассеять не менее 100 Вт. Я использовал ребристые радиаторы размером 10x20 см. Все 16 радиаторов были собраны в батарею и обдувались 4 вентиляторами (типа ВВФ-112М или подобными). Это позволило включить стабилизатор тока на долговременную постоянную нагрузку. Если нагрузка кратковременная или импульсная, возможно потребуются радиаторы меньшей площади.

Резисторы R2...R17 (рис.2) изготавливают из высокоомного провода (манганина или константана) диаметром 1-2 мм и крепят на радиаторах соответствующих им транзисторов. Конденсатор C3 (рис.2) набирают из нескольких конденсаторов емкостью 10000-15000 мкФ. Нельзя использовать один конденсатор большой емкости, так как он начинает сильно перегреваться (его выводы имеют недостаточное сечение и не рассчитаны на такие большие токи). При использовании набора конденсаторов меньшей емкости ток распределяется по выводам, и они остаются холодными. Диоды VD5...VD8 располагают на стандартных радиаторах, рассчитанных на установку диодов D200.

При монтаже стабилизатора тока нужно не забывать, что через некоторые цепи будет течь ток 150 А, поэтому их необходимо вы-

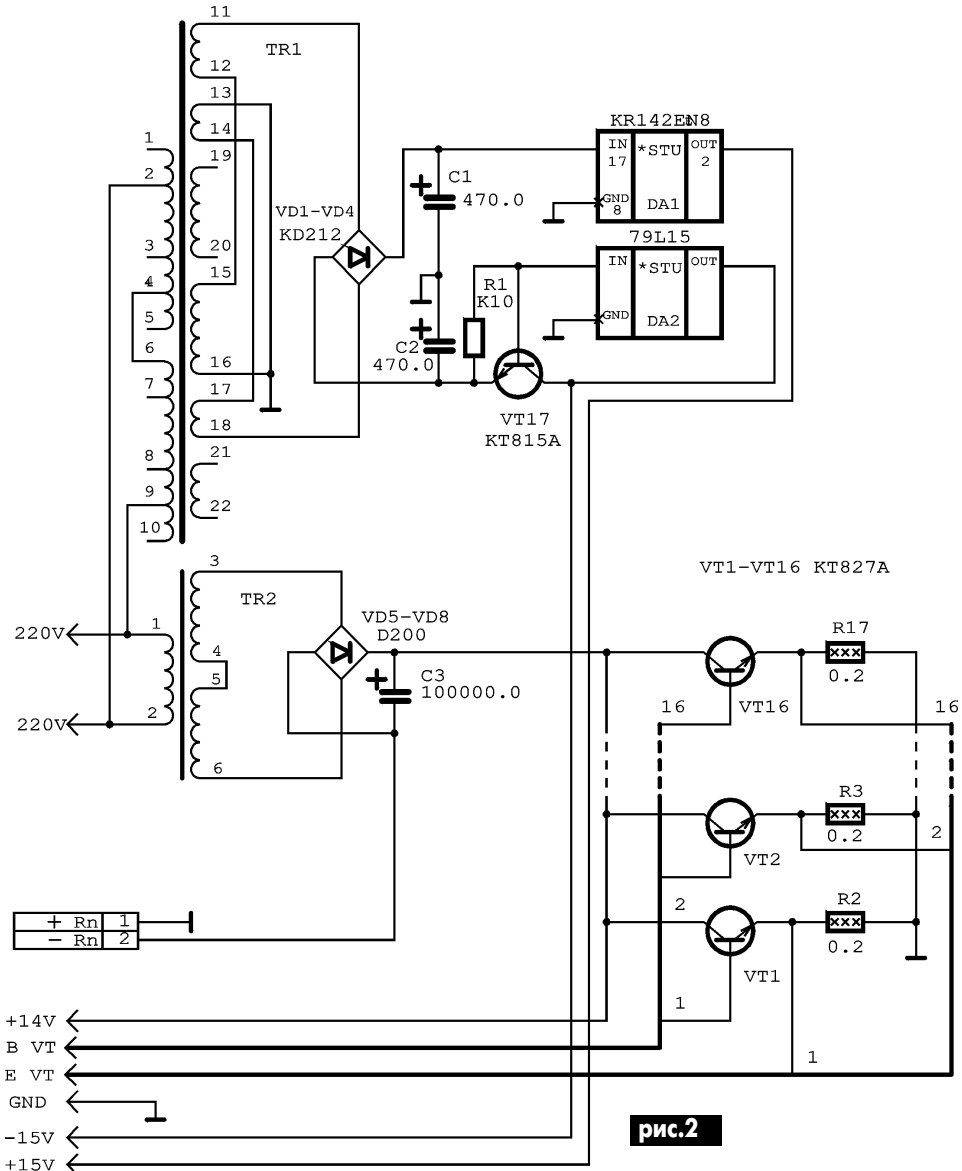


рис.2

Вид печатной платы со стороны дорожек

Вид печатной платы со стороны элементов

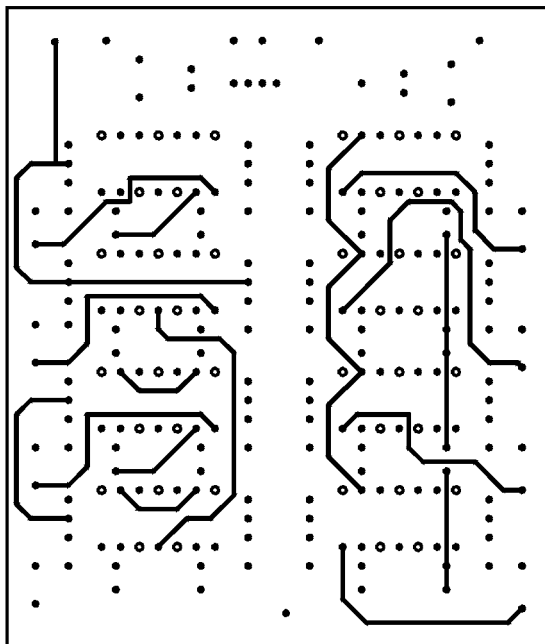
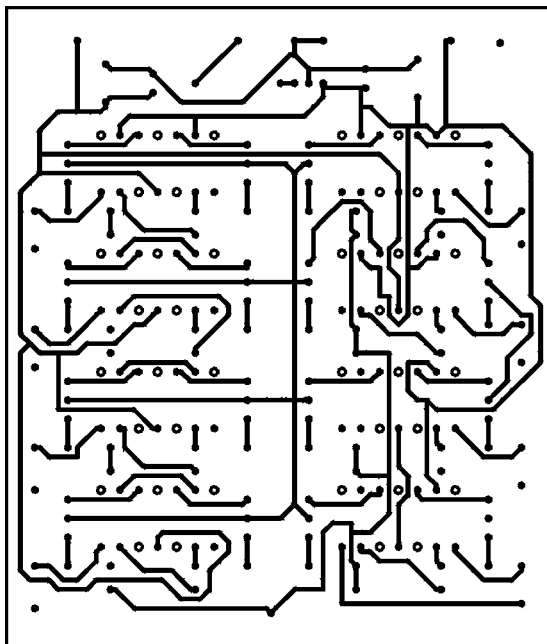


рис.3



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СРЕДНЕЙ И БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

А.Н. Маньковский, Донецкая обл.

(Продолжение. Начало см. в Э 3-7/2002)

**Системы управления вентильными преобразователями.** Вентильные преобразователи состоят из силовой части (СЧ), работа которой была рассмотрена выше, и системы управления (СУ). Силовые элементы (тиристоры) работают только при подаче на их управляющие электроды импульсов в определенные моменты времени. В вентильных преобразователях с естественной коммутацией вентилей выключение тиристоров происходит за счет изменения полярности напряжения питающей сети и спада тока через вентиль к нулю. В преобразователях с искусственной коммутацией СУ обеспечивает также выключение вентилей в определенные моменты времени.

Системы управления представляют собой нередко весьма сложные устройства для обработки информации и отличаются большим разнообразием. Функции СУ могут быть сведены к выполнению двух основных задач:

1. Определение моментов времени, в которые должны быть включены те или иные конкретные вентили. Эти моменты времени задаются некоторым управляющим сигналом, который подается на вход СУ и, в конечном счете, задает значение выходных параметров преобразователя (среднее значение тока или напряжения на выходе выпрямителя).

2. Формирование управляющих импульсов в нужные моменты времени, имеющих достаточную амплитуду и длительность для запуска тиристоров.

Помимо этого СУ могут выполнять и другие функции: осуществление пуска и остановки агрегата, защита от аварийных режимов и т.д. Однако реализация этих функций также сводится к определению моментов подачи управляющих импульсов на тиристоры преобразователя или запрету формирования управляющих импульсов (остановка агрегата, срабатывание защиты).

Первая задача СУ - преобразование управляющего сигнала во временной интервал. В вентильных преобразователях с естественной коммутацией момент включения вентилей отсчитывается относительно момента естественной коммутации. Это значит, что нужно определить угол управления  $\Phi$ , что осуществляется фазосдвигающим устройством (ФСУ).

Вторая задача СУ - формирование управляющего импульса по форме, длительности и амплитуде. Эту задачу выполняют входные формирователи (ВФ). Чаще всего формируют импульсы прямоугольной формы,

длительность и амплитуда которых определяются параметрами силовых тиристоров и режимом работы вентиального преобразователя.

Обобщенная структурная схема вентиального преобразователя как объекта управления приведена на рис.23. В ее состав входит силовая часть СЧ и система управления СУ. В последнюю входит ФСУ, на которое подается управляющий сигнал  $U_y$ , и ВФ, с выходов которого снимаются управляющие импульсы  $I_y$ . В состав СУ может входить контур отрицательной обратной связи, которая стабилизирует параметры преобразователя.

Рассмотрим практические схемы СУ. В качестве задающего источника импульсов управления выбирают сетевое напряжение, именно он указан в [1]. Хорошо зарекомендовал себя формирователь, схема которого показана на рис.24. На один из входов элемента "И" DD1.1 подается напряжение обратной связи  $U_{o.c}$ . Когда оно соответствует лог. "1" (соответствие условий работы преобразователя заданным), то из входного сетевого напряжения

формируются импульсы. Чувствительность и ширина петли гистерезиса формирователя зависят от соотношения сопротивлений  $R2/R1$ . Чем это соотношение больше, тем выше чувствительность и уже петля гистерезиса. На практике для микросхем серии К155  $R1 = 0,1...2$  кОм,  $R2 = 2...10$  кОм. Если источник входного сигнала имеет низкое сопротивление по постоянному току (обмотка трансформатора), целесообразно выбирать  $R1 = 1,5...1,8$  Ом. В этом случае переключение происходит при входном напряжении близком к нулю, а форма выходного сигнала близка к меандру.

Если входной сигнал поступает через разделительный конденсатор  $C1$  (рис.25), резистор  $R1$  соединяют с общим проводом, а последовательно с конденсатором включают резистор  $R3$  с тем же сопротивлением. Подбором резистора  $R1$  можно добиться симметричного расположения порогов срабатывания относительно нулевого уровня. В обоих случаях для защиты формирователя от перегрузок устанавливают диоды  $VD1$  и  $VD2$ .

Недостатком рассмотренных формирователей является искажение положительных полупериодов выходного сигнала из-за прямого прохождения на выход входного сигнала через резистор  $R2$ .

Очень удобна для применения в формирователях микросхема 155ТЛ1 (два триггера Шмитта в одном корпусе).

Формирователь с высокой чувствительностью и быстродействием можно построить на микросхемах К100ЛП116 или

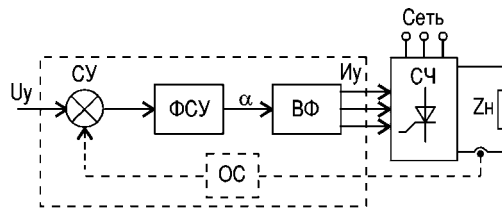


рис.23

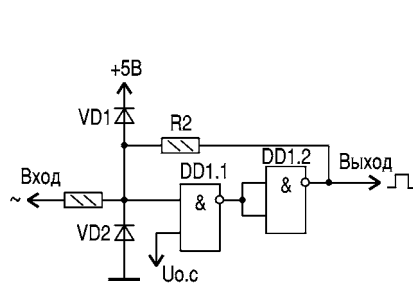


рис.24

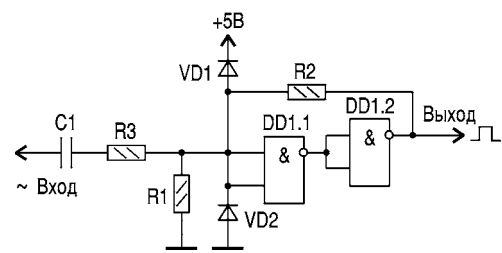


рис.25

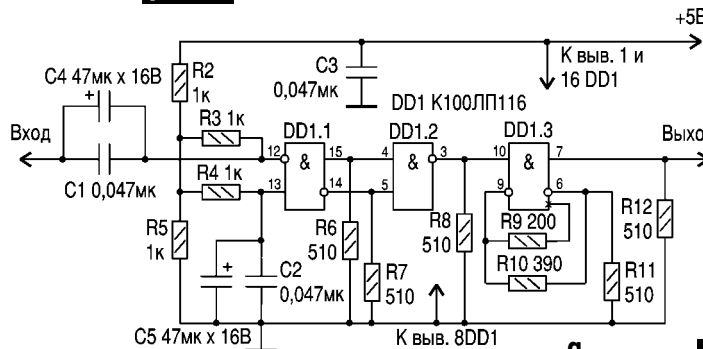
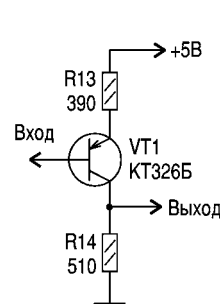


рис.26



б

K500ЛП116. На **рис.26,а** приведена схема преобразователя с чувствительностью 20 мВ. Элементы DD1.1 и DD1.2 усиливают и ограничивают входной сигнал, а элемент DD1.3, благодаря положительной обратной связи через резистор R10, обеспечивает гистерезисный характер передаточной характеристики. Так как уровень "0" на выходах элементов

составляет +3,3 В, а "1" - около +4,1 В, то для согласования такого формирователя с микросхемами серии K155 можно использовать каскад (**рис.26,б**).

Литература

1. Маньковский А.Н. Регулятор мощности для активно-индуктивной нагрузки до 15

кВт//Электрик. - 2001. - №6. - С.21.

2. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. М.: Энергоатомиздат, 1988.

3. Алексеев С. Формирователи импульсов на микросхемах//Радио. - 1978. - №10. - С.33-34.

# ЗАРЯДНО-РАЗРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Н.П. Горейко, г. Ладыжин, Винницкая обл.

При вводе аккумуляторной батареи в работу, а также для профилактики ее нормального функционирования очень полезными являются тренировочные циклы (ТЦ) "заряд-разряд". Особенно полезны такие тренировки для неокислотных аккумуляторов (наличие эффекта "памяти" у щелочных элементов), особенно в сложных случаях. Предлагаемое устройство облегчает труд оператора (частично автоматизирует операцию) по проведению ТЦ.

На **рис.1** приведена схема зарядно-разрядного устройства (ЗРУ) для элементов Д-0,25 самого распространенного фонарика, заряжаемого от электросети. Блок разряда (правая часть схемы) позволяет разрядить элемент до напряжения примерно 1 В (регулируется). В схеме предусмотрен отсчет времени разряда - показатель электрической емкости (А·ч) данного элемента. Учет времени разряда позволяет составить батарею даже не из очень хороших, но **ОДИНАКОВЫХ** элементов, для которых работа в последовательной цепи будет более синхронной, не будет отстающих элементов, которые в процессе разряда могут "переполусоваться". С другой стороны, увеличение времени разряда подтвердит улучшение параметров элемента после повторного цикла. Если время разряда не увеличится в результате контрольно-тренировочных циклов (КТЦ), то процесс тренировки надо прекратить. Для составления батареи надо подобрать элементы с одинаковым временем последнего разряда в КТЦ.

А теперь рассмотрим построение всей схемы подробно. Питается ЗРУ от нестабилизированного выпрямителя 10...16 В, но лучше использовать выпрямитель [1]. Контроль напряжения разряжаемого элемента GB2 и заряжаемого GB1 производится двояким операционным усилителем, который предназначен для работы в тракте магнитофонов. У этой микросхемы есть ценные свойства: напряжение на прямом входе стабилизировано на уровне 1,3 В (а это напряжение на аккумуляторе Д-0,25 в конце заряда); входное сопротивление большое, коэффициент усиления тоже; имеется защита выхода от перегрузок, выходной ток - несколько мА. Напряжение заряжаемого аккумулятора GB1 подведено к инверсному входу микросхемы DA1.1. Пока это напряжение ниже 1,3 В, на выходе микросхемы напряжение высокое, повторитель на транзисторе VT1 усиливает ток, который через лампу накаливания - бареттер и сигнализатор прохождения тока питает GB1. Величина тока заряда соответствует режиму "советского" аккумуляторного фонарика с той разницей, что в нашей схеме заряд завершается точно в нужный момент, а в процесс заряда вовлечен **ОДИН** элемент. Стабилитрон VD1 нужен для ограничения напряжения на входе микросхемы при отключенном эле-

менте или элементе с высоким внутреннем сопротивлением. Таким образом, через некоторое время элемент будет заряжен до нормального напряжения. Если элемент закорочен, вреда схеме нанесено не будет! Конденсаторы C1 и C2 нужны для снижения пульсаций напряжения и устранения генерации импульсов (микросхема довольно широкополосна и обладает большим усилением). Предлагаемая схема защищает элемент от перезаряда.

Разрядный блок содержит в своей схеме два важных элемента: красные светодиоды, способные стабилизировать напряжение при свечении на уровне около 1,55 В. HL2 запитан током через резистор R1 и разряжаемый элемент GB2. На резисторе R3 падает около 0,4 В, из которых мы подводим 0,3 В на вход микросхемы (дополнительно к напряжению GB2). Расчет здесь такой: в процессе разряда напряжение на GB2 должно снижаться до 1 В; переключением выхода микросхемы происходит при напряжении на инверсном входе 1,3 В.

Разность этих напряжений необходимо "выбрать" движком потенциометра R3, чтобы разряд завершился при достижении напряжения на элементе 1 В. Светодиод HL3 стабилизирует выходящее на электронно-механических часах "Слава", которые фиксируют время разряда элемента (очень важную его характеристику).

Рассмотрим работу блока подробнее. После установки GB2 с напряжением большим 1 В на вход микросхемы подводится напряжение выше 1,3 В, поэтому выходное напряжение низкое. Транзистор VT2 открыт, положительный потенциал подводится к реле K1. Для начала процесса разряда нужно кратковременно замкнуть кнопку S1. Через катушку реле K1 пойдет ток, и оно станет "на самоудержание" (своими контактами). В этот момент контакт реле разблокирует HL3, и к часам h подводится питающее напряжение. Необходимо установить стрелки на 12-00 и вращением часов запустить их механизм. Разряд GB2 производится через резистор R4 и ГЕРМАНИЕВЫЙ диод VD3. Назначение диода - пропускать разрядный ток на "корпус" схемы и не позволять току катушки K1 попадать на GB2, - это нарушило бы работу всей схемы. Германиевый диод выбран для минимального падения напряжения (напряжение разряжаемого элемента ненамного превышает рабочее напряжение кремниевых диодов).

При снижении напряжения в процессе разряда до 1 В на выходе микросхемы установится высокое напряжение, и транзистор VT2 закроется. Обесточивание K1 приведет к его возврату, и процесс разряда будет прекращен. Разряд будет прекращен и в случае пропадания сетевого напряжения. Только в такой взаимосвязи мы получаем точную информацию о длительности разряда: часы отсчитывают время нормального разряда, после окончания которого питание часов шунтируется контактом реле K1. Резистор R7 переводит микросхему из линейного режима в релейный - помогает микросхеме переключиться в выключенное или включенное состояние, чтобы не было генерации импульсов. Диод VD5 необходим для четкого закрывания транзистора VT2, можно даже включить вместо него светодиод, если он выдерживает ток катушки реле. Диод VD4 защищает схему от ЭДС самоиндукции катушки реле при обесточивании.

Схема построена так, чтобы можно было применить реле с одним переключающим контактом (чтобы легче было его подобрать). Неплохо для этой цели подходят поляризованные реле РП-4, РП-5, чувствительность их настолько высока, что придется последовательно с катушкой включать резистор на несколько кОм, заменив транзистор VT2 на КТ208К.

Из-за разброса параметров микросхем K548УН1А требуется подобрать DA1.1 так, чтобы выключение заряда происходило в момент, когда на элементе GB1 напряжение достигнет 1,3 В.

Литература  
1. Горейко Н.П. Блоки питания//Электрик. - 2000. - №7. - С.2-3.

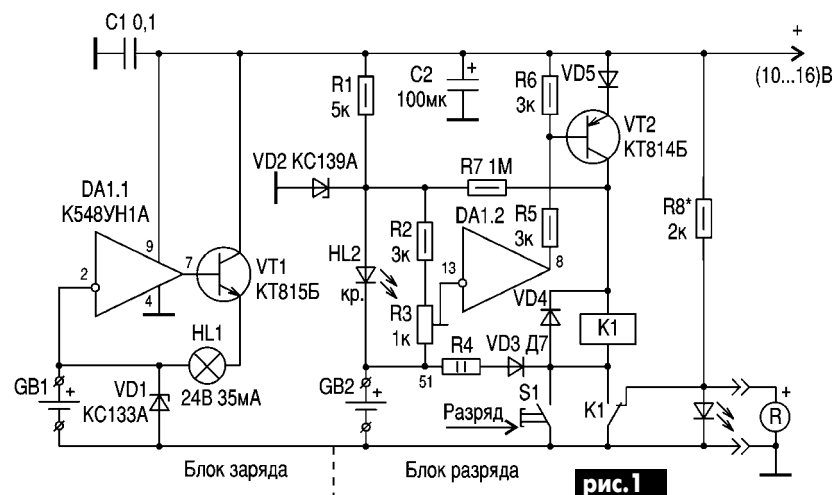


рис. 1

(Продолжение следует)

# Влияние размера капль расплавленного электродного металла на устойчивость сварочной дуги

В.А. Кучеренко, г. Киев

Полет капли в столбе дуги оказывает содействие охлаждению и деионизации плазмы. Анализ исследований явлений, которые протекают в дуговом промежутке в процессе сварки постоянным током плавким электродом с использованием осциллографирования параметров режима сварки, показал, что обособление капли от электрода сопровождается мгновенным обрывом дуги, после чего она снова зажигается через очень короткий промежуток времени. Эти обрывы наблюдаются как при переносе металла путем коротких замыканий (по окончании короткого замыкания), так и при отрыве капль от электрода без коротких замыканий. Размер капль, которая отрывается от электрода, зависит от многих факторов, в том числе от режима сварки. Так, известно, что диаметр капль  $d_k$  уменьшается с ростом тока дуги  $I_d$ , а длина дуги как при сварке ( $l_d$ ), так и в момент обрыва ( $l_{d.обр}$ ) увеличивается соответственно с ростом напряжения дуги  $U_d$  и  $U_{xx}$  источника питания:

$$d_k = f_1(I_d); l_d = f_2(U_d); l_{d.обр} = f_3(U_{xx}).$$

Казалось бы, имея такие зависимости, в данном случае очень просто определить минимально допустимый ток, при котором сварка не будет сопровождаться обрывами дуги вследствие обособления

Таблица 2

капль. Для этого надо исходить из того, что  $d_k$  не должен быть таким, чтобы длина дугового промежутка  $l_d$  после отрыва капль превысила  $l_{d.обр}$ :  $d_k \leq l_{d.обр} - l_d$ .

При заданных  $U_{xx}$  и  $U_d$  можно определить ток, подставив в приведенное выше неравенство значения его членов:

$$d_k = f_1(I_d) \leq f_3(U_{xx}) - f_2(U_d).$$

Однако в действительности задача значительно сложнее.

Для определения зависимости  $d_k = f_1(I_d)$  изучался гранулометрический состав капль при горении дуги переменного тока между стальным плавким электродом и графитовой пластинкой. Процессы образования и переноса капль регистрировались с помощью скоростной видеосъемки с одновременным осциллографированием тока и напряжения на дуге. После сортировки капль по диаметру  $d_k$  и их взвешивания определялась часть металла, которая переносится каплями разного диаметра в зависимости от сварочного тока  $I_d$  и диаметра электрода  $d_e$  (табл.2), где  $d_{k,i}$  - диаметр капль,  $q_i$  - относительная масса капль этого диаметра ( $q_i = m \cdot 100\%/M$ , где  $m$  - масса капль диаметром  $d_{k,i}$ ,  $M$  - масса расплавленного электродного металла),  $n_i$  - количество капль в секунду.

На рис.32 изображена зависимость части металла  $q$ , которая переносится каплями, от диаметра капль  $d_k$  и сварочного тока  $I_d$ .

Из табл.2 и рис.32,а можно, например, определить, что при  $I_d = 210$  А 63% количества металла (по массе) переносится каплями  $1 \text{ мм} < d_{k,2} < 2 \text{ мм}$ , более 14% (четыре-шесть капль в секунду) - каплями  $d_{k,1} > 2...2,2 \text{ мм}$ . На осциллограммах тока и напряжения на дуге для этого случая зафиксировано до шести обрывов в секунду. Совпадение числа обрывов дуги с количеством капль диаметром больше 2,2 мм свидетельствует о том, что это их критический размер для заданного напряжения холостого хода источника питания (80 В) и напряжения на дуге (35 В), то есть отрыв капль, которые превышают по диаметру 2,2 мм, приводит к обрыву дуги. С ростом тока (например, до 350 А) было выявлено, что 64 % электродного металла переносится каплями  $1 \text{ мм} < d_{k,2} < 2 \text{ мм}$  и только 6 % - каплями критического диаметра ( $d_k > 2,2 \text{ мм}$ ). Последних бывает две-три в секунду. Количество обрывов дуги также приблизительно отвечает этой величине. Повышая ток, можно еще больше сократить число обрывов дуги, однако, вероятность их появления целиком не ликвидируется. Кроме того, большое ограничение по току сужает диапазон рабочих режимов. Установлено, что при одном и том же токе обрывов дуги становится меньше с увеличением плотности тока в электроде. Как следует из табл.2 и рис.32,б, уменьшение диаметра электрода при прочих равных условиях приводит к возрастанию весовой частицы металла, которая переносится мелкими каплями, и уменьшению частицы и количества капль большого диаметра.

Общая обработка кадров скоростной видеосъемки и осциллограмм тока разрешила также определить зависимость диаметра капль от фазы и мгновенного значения тока дуги.

Установлено, что в момент перехода тока через нуль и в начале полупериода капль не отрываются. Первая очень большая капль отделяется через приблизительно четвертую-пятую часть полупериода (в зависимости от режима сварки). Далее получаются капль меньшего диаметра. После перехода тока через максимум капль увеличиваются и самая большая из них отрывается незадолго до конца полупериода. В моменты времени, непосредственно перед переходом тока через нуль, отрыв капль также не наблюдается.

Указанная последовательность переноса капль хорошо согласуется с изменениями теплового состояния торца электрода и электродинамической силы на протяжении полупериода. В начале полупериода торец электрода недостаточно разогрет и для накопления жидкого металла нужно определенное время. Электродинамическая сила в этот момент маленькая и капль не отделяются. После накопления жидкого металла изменения размеров капль, которые отрываются, происходят вслед за изменением тока (больше ток - меньше капль и наоборот), поскольку квадрат мгновенных значений тока определяет величину электродинамической силы в момент отрыва капль.

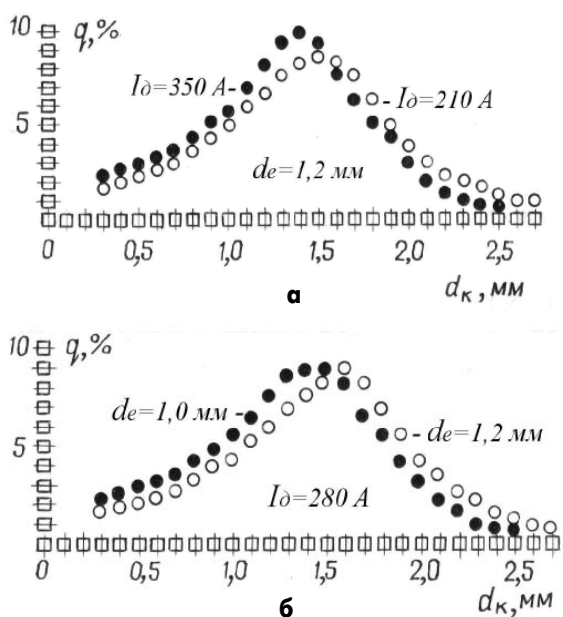


рис.32

Число обрывов дуги сокращается также с ростом  $U_{xx}$  и уменьшением  $U_d$ , так как в этом случае возрастает допустимый критический диаметр капли, а число таких капель и часть металла, которая переносится ними, уменьшаются. Однако увеличение  $U_{xx}$ , целиком не устраняя обрывы дуги, приводит к увеличению крутизны внешней характеристики источника питания, к снижению тока короткого замыкания и, как следствие, к ухудшению саморегулирования дуги при случайных колебаниях режима.

Таким образом, наиболее опасные для горения дуги большие капли, которые отрываются в конце полупериода, если ток падает, и столб дуги сокращается. Если диаметр этих капель больше критического, то дуговой промежуток деионизируется, и после перехода тока через нуль дуга уже не возбуждается. Совсем предотвратить появление таких капель невозможно.

С учетом данных описанного выше эксперимента оценим деионизацию и охлаждение столба, которые происходят вследствие пребывания в нем капли, по потере энергии и зарядов, которые выносятся из плазмы диффузными потоками заряженных и нейтральных частиц на капле электродного металла.

При сварке переменным током имеются промежутки времени  $\tau$ , когда  $U_{xx}$  источника питания меньше  $U_3$  и дуга практически не пополняется энергией (рис.33 и 34).

На рис.33 изображена форма сварочного тока  $i_d$ , напряжения на дуге  $U_d$  и напряжения холостого хода трансформатора  $U_{xx}$  при ручной дуговой сварке, если режим сварки регулируют, изменяя величину угла сдвига  $\varphi$  между  $i_d$  и  $U_{xx}$ .

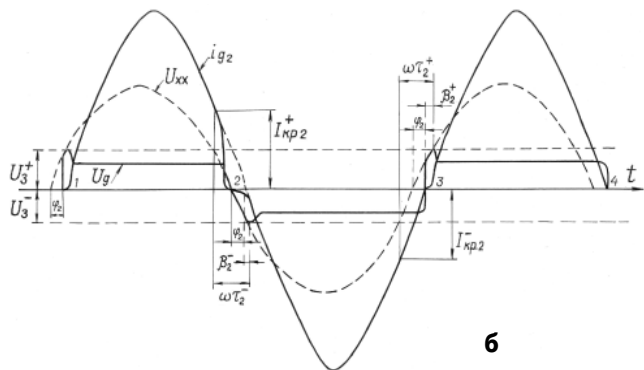
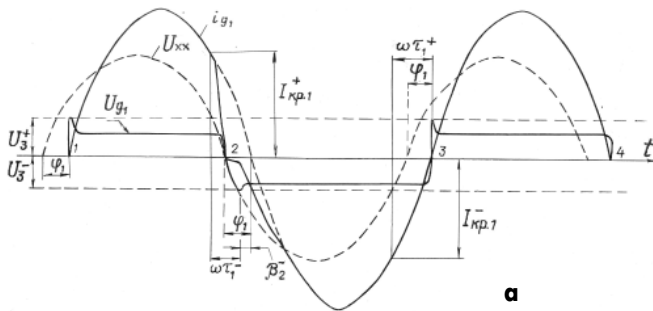


рис.33

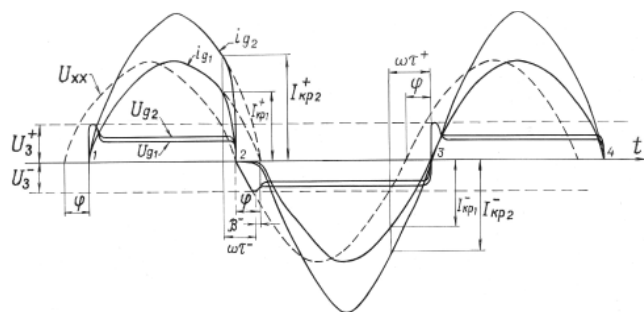


рис.34

На рис.34 изображена форма  $i_d$ ,  $U_d$  и  $U_{xx}$  при механизированной сварке, если режим сварки регулируют, изменяя скорость подвигания электродной проволоки (при одном и том же угле  $\varphi$ ) или ее диаметр.

Рассмотрим процесс деионизации столба дуги, опираясь на теорию зондов, именно в такой промежуток времени  $\tau$ . Применение теории зондов возможно, так как между каплей, которая пролетает дуговой промежуток, и зондом, который находится в дуге или ее пересекает, имеется много общего: и капля, и зонд являются посторонними телами относительно плазмы, оба "отсасывают" из плазмы заряженные частицы, их массы сравнимы и т.п.

Предположим, что заряженные частицы дуговой плазмы имеют максвелловское распределение по энергиям, плазма столба дуги квазинейтральная, то есть концентрации ионов  $n_{oi}$  и электронов  $n_{oe}$  равны ( $n_{oi} = n_{oe}$ ); плазма термодинамически уравновешена (изотермическая), то есть температура электронов, ионов и нейтральных атомов ( $n_{oa}$ ) равняется температуре плазмы  $T$  (последнее условие часто подтверждается для мощных сварочных дуг, которые горят при атмосферном давлении). Считаем, что капля летит вдоль столба дуги, который имеет цилиндрическую форму радиуса  $R$  и длины  $l_d$  и не оставляет его до слияния с ванной расплавленного металла. Рассмотрим только постоянный процесс, пренебрегая начальным переходным, если электроны, которые имеют большую скорость теплового движения в сравнении с ионами, заряжают каплю отрицательно. Этот переходный процесс длится до тех пор, пока электрическое поле, которое возникает вокруг капли ( $-U_k$ ), что ускоряет движение положительных ионов и тормозит электроны, не приведет к равенству числа электронов  $N_e$  и ионов  $N_i$ , что достигают каплю за 1 с:  $N_e = N_i$ .

На отрицательно заряженную каплю попадут только наиболее быстрые электроны максвелловского распределения. Положительные ионы, которые движутся к капле, образуют вокруг нее положительный пространственный заряд (Ленгмюровский пласт, толщиной  $h = (\epsilon_0 kT / 2e^2 n_{oe})^{0.5}$ , где  $\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная вакуума;  $k$  - постоянная Больцмана). Для сварочных дуг концентрация электронов  $n_{oe} = 10^{22} \dots 10^{24} \text{ м}^{-3}$ , поэтому  $h = 1 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ .

В постоянном режиме концентрация электронов  $n_e$  в Ленгмюровском пласте меньше их концентрации  $n_{oe}$  в невозмущенной плазме и в случае максвелловского распределения электронов по энергиям, соответственно теореме Больцмана, определится соотношением:  $n_e = n_{oe} \exp(-eU_k/kT)$ .

Число электронов, которые попадают на каплю с площади поверхности  $S_k = 4\pi r_k^2$ , определяют по формуле:

$$N_e = 1/4 n_e v_e S_k = \pi n_e v_e r_k^2,$$

где  $v_e = (8kT/\pi m_e)^{0.5}$  - среднеарифметическая скорость теплового движения электронов массой  $m_e$ .

Число положительных ионов, которые попадают на каплю, определяют из выражения:

$$N_i = 1/4 n_{oi} v_i S,$$

где  $v_i = (8kT/\pi m_i)^{0.5}$  - среднеарифметическая скорость теплового движения ионов;  $S = 4\pi(r_k + h)^2$  - площадь поверхности окружающего каплю положительного пространственного заряда толщиной  $h$ .

С учетом прежде принятых предположений и принимая во внимание малость Ленгмюровского пласта  $h$  в обычных условиях горения сварочной дуги находим потенциал ( $-U_k$ ), до которого капля зарядится под действием быстрых электронов, далее определяем поток электронов  $N_e$  на каплю:

$$U_k = kT \ln(m_i/m_e)/2e, N_e = N_i = n_{oe} r_k^2 (8\pi kT/m_i)^{0.5}.$$

Общее количество электронов в столбе равняется  $N_{oe} = \pi n_{oe} R^2 l_d$ . Следовательно, поток электронов на каплю составит  $N_e$  электронов за 1 с. Время деионизации плазмы в присутствии капли, которая летит через нее, определяется соотношением:

$$t_d = N_{ed}/N_e = (R/r_k)^2 l_d (\pi m_i / 8kT)^{0.5}.$$

(Продолжение следует)



# ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО АККУМУЛЯТОРА, И НЕ ТОЛЬКО...

А.Г. Зызюк, г. Луцк

Несмотря на весьма внушительные цены автомобилей, солидные фирмы обычно забывают о некоторых контрольных индикаторах, которые могли бы успешно следить за работой некоторых узлов автомобиля. Не исключением является индикатор состояния аккумуляторной батареи. Автомобильный аккумулятор способен служить годами, причем в самых сложных условиях. Он неприхотлив при обслуживании, особенно новые образцы, выпущенные в последние годы, которые выполнены герметичными.

Но все же нельзя эксплуатировать плохо заряженный аккумулятор, поскольку резко сокращается срок его службы. Чтобы исключить отказ аккумулятора по вине реле-регулятора напряжения (плохая зарядка или перезарядка), необходимо иметь представление о величине напряжения на клеммах аккумулятора. Если напряжение находится в пределах нормы (от 12,5 до 14,5 В), то нет причин для волнения. Но выход за эти рамки сказывается затем на величине емкости аккумулятора, что хорошо заметно при работе стартера. Если при работе стартера напряжение аккумулятора снижается до 8 В, то аккумулятор еще можно спасти.

Но такое бывает не всегда. Работа стартера - самый тяжелый режим для аккумулятора ("шоковая терапия"). Вот почему серьезного увеличения ресурса аккумулятора достигают использованием пусковых устройств, которые способны обеспечить ток для работы стартера при отсутствии аккумулятора. А ведь речь идет о сотнях ампер (узнать силу тока, потребляемого стартером, несложно, нужно знать только его мощность). Следует позаботиться о плавких вставках (предохранителях) и амперметрах. Ведь со стартерами тоже случаются нештатные ситуации, когда вдруг потребляемый ток возрастает в несколько раз.

Нередко в качестве пусковых устройств применяют сварочные трансформаторы, сделав отвод от вторичной обмотки в соответствующем месте. Выпрямитель может быть как мостового типа, так и двухполупериодный на двух диодах. В последнем случае необходима обмотка со средним выводом. Запас по напряжению в сварочном трансформаторе вполне достаточен (он рассчитан на 40...60 В).

Итак, чтобы эффективно использовать автомобильный аккумулятор, его необходимо вовремя подзарядить. Проще всего следить за состоянием аккумулятора по величине напряжения, а еще лучше по номинальному диапазону напряжений. Можно устанавливать стрелочные или цифровые вольтметры, точность которых легко повысить "растяжкой" шкалы, чтобы начальное значение было, например, 10 В. Но, как показал опыт эксплуатации подобных устройств, они не столь эффективны как ожидалось. Водитель привыкает к этим индикаторам и вскоре о них забывает. Это понятно, у водителя много других хлопот.

В автомобиле нужно иметь такое индикаторное устройство, которое обращало бы внимание водителя исключительно в случаях выхода напряжения за пределы диапазона 12,5...14,5 В. Здесь, как нельзя лучше, в качестве индикаторов подходят светодиоды, примененные в схеме **рис. 1**. Если напряжение аккумулятора находится в пределах диапазона 12,5...14,5 В, то горит только зеленый светодиод VD3, когда напряжение уменьшается ниже 12,5 В, то загорается красный светодиод VD2, при этом он светится только в диапазоне напряжений 11...12,5 В. Если напряжение аккумулятора ниже 11 В, то светодиод VD2 гаснет. Это значит, что жизнь аккумулятора в опасности: либо он совсем разряжен, либо вышла из строя одна (а может и не одна) банка.

Аналогичная ситуация имеет место и при работе ячейки управления со светодиодом VD3. Когда гаснет этот светодиод, а VD2 не светится, то начинается второй опасный режим работы аккумулятора - перезарядка (напряжение вы-

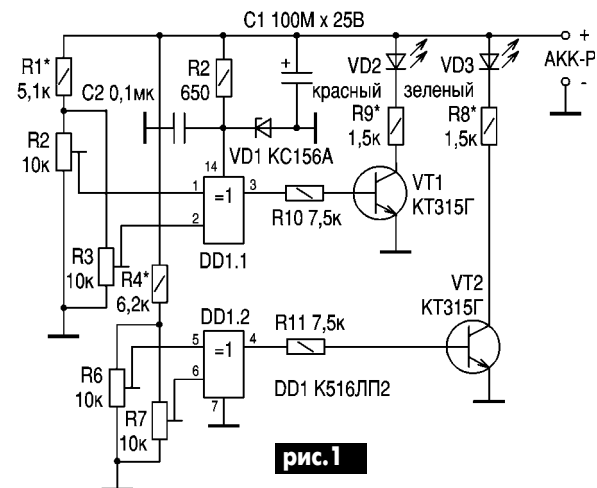
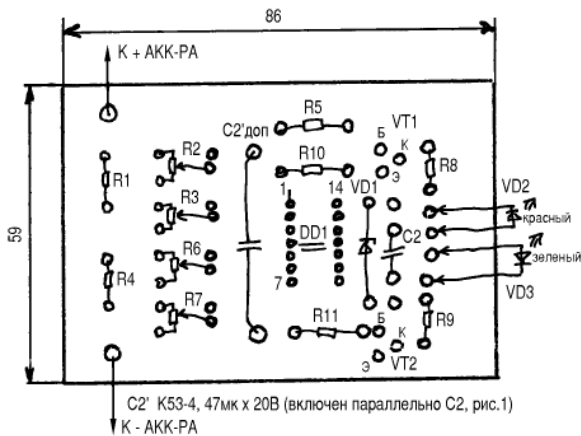
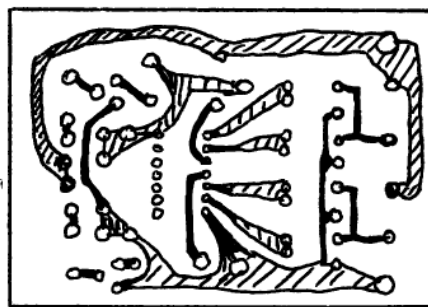


рис. 1



а



б

рис. 2

ше 14,5 В). Таким образом, каждый светодиод независимо от другого "следит" за своей зоной изменения напряжения.

В устройстве (рис. 1) использованы особенности работы логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ-ИЛИ: пороговый эффект и большое входное сопротивление микросхем структуры КМОП [1]. Элементы DD1.1 и DD1.2 выполняют одновременно аналоговые и цифровые функции: элемент DD1.1 управляет работой красного светодиода VD2, а элемент DD1.2 - работой зеленого светодиода VD3. Поскольку выходные токи этих элементов недостаточны для питания светодиодов, то на их выходах установлены усилители тока на транзисторах VT1 и VT2.

Элементы DD1.1 и DD1.2 образуют двухпороговые компараторы напряжения. Ширина контролируемой зоны входного напряжения определяется как величиной сопротивления резисторов R1(R4), так и установкой ползунков подстроечных резисторов R2, R3 (R6, R7) в нужное положение. Питание микросхемы DD1 стабилизировано с помощью стабилитрона VD1. Это необходимый элемент, так как на стабильность пороговых напряжений компараторов напряжение питания влияет существенно. Замена стабилитрона требует подстройки схемы резисторами R2, R3 и R6, R7. Установка стабилитрона обеспечивает устойчивую работу индикатора практически при любом напряжении аккумулятора.

**Детали.** Подстроечные резисторы R2, R3 и R6, R7 типа СПЗ-38Б. Стабилитрон КС156А вполне заменим КС162, но чем выше питающее напряжение микросхемы, тем меньше диапазон работы индикатора (установка КС170 поэтому уже нежелательна). Транзисторы VT1, VT2 любые маломощные п-р-п типа. Важно только, чтобы их параметр  $h_{21Э}$  был более 50. При использовании транзисторов, у которых этот параметр больше 200 (КТ3102, КТ342), можно увеличить со-

противления резисторов R10 и R11 в 2-3 раза. Это продлевает ресурс микросхемы без ущерба снижения яркости свечения светодиодов.

В устройстве использованы недорогие светодиоды производства стран дальнего зарубежья. Хорошо подходят ультраяркие светодиоды, которые можно приобрести в фирме "СЭА". Особенно это касается установки красного светодиода, поскольку индикация заниженного напряжения особенно актуальна. Печатная плата индикатора показана на **рис.2**.

**Наладка.** Собранная без ошибок из исправных радиокомпонентов схема начинает работать сразу. Но необходимо установить пороги срабатывания компараторов DD1.1, DD1.2 подстроечными резисторами R2, R3 и R6, R7. Сделать это значительно сложнее, чем кажется на первый взгляд. Во-первых, вместо аккумулятора нужно использовать стабилизированный регулируемый источник опорного напряжения. Во-вторых, величины порогов зависят от малейшего перемещения ползунков подстроечных резисторов. Поэтому есть смысл на время наладки заменить подстроечные резисторы СПЗ-38 многооборотными (например, СП5-2 или СП5-3).

**Послесловие.** Поскольку в одном корпусе микросхемы К561ЛП2 имеется четыре элемента, то их вполне можно задействовать на два дополнительных светодиода, например, синего цвета для индикации напряжений ниже 11 В и желтого цвета для напряжений свыше 14,5 В. Дополнительные элементы при этом такие же, как на схеме рис.1.

*Литература*

1. Леонтьев А. Сигнальное устройство на двухпороговом компараторе//Радио. - 1992. - №5. - С.37.

# ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НАСОСА

*В.Ф. Яковлев, г. Шостка, Сумская обл.*

Электродвигатели насосов для воды могут выходить из строя и связано это с тем, что при работе насоса уровень воды должен находиться на определенном уровне. В случае понижения уровня воды насос работает на холостом ходу, электродвигатель перегревается, и насос выходит из строя.

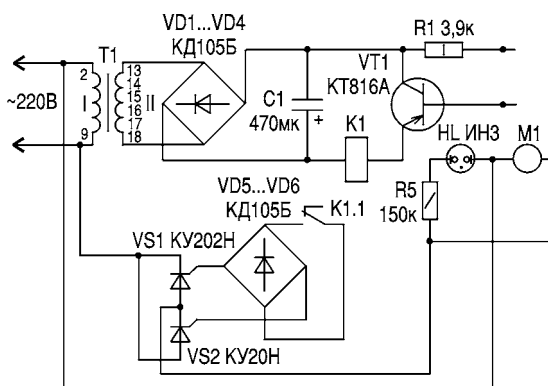
Для защиты электродвигателя предлагается устройство, электрическая схема которого приведена на **рисунке**.

Устройство содержит датчик, закрепленный на корпусе насоса, электронное реле на транзисторе VT1, источник питания и тиристорный ключ на тиристорах VS1 и VS2. Устройство работает следующим образом. Как только контакты датчика коснутся воды, срабатывает электронное реле и контактами K1.1 включает тиристорный ключ и электродвигатель насоса. Индикаторная лампа HL1 сигнализирует, что работа насоса идет нормально. В случае понижения уровня воды ниже уровня электродов датчика электронное реле отключает тиристорный ключ.

**Детали.** Трансформатор Т1 - ТПП230-50 мощностью 9 Вт, можно также использовать любой трансформатор мощностью 10 Вт 220 В - 12 В. Реле РЭС-10 паспорт РС4.524.303. Конденсатор С1 К50-35 470 мкФ х 40 В.

**Конструкция.** Устройство собирается в подходящем корпусе и устанавливается в удобном для наблюдения месте.

Налаживания устройство не требует.



# ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНАЯ БЕТОННАЯ ПАНЕЛЬ

Н.И. Марфин, г. Полтава

**Электронагревательные бетонные панели (ЭБП) предназначены для обогрева сухих помещений различного назначения. Конструкция панели представляет собой железобетонный элемент с помещенным нагревательным проводом из стальной изолированной проволоки. При включении в сеть ~220 В нагревательный элемент обеспечивает на поверхности ЭБП температуру до 85°C. Панель электро- и пожаробезопасна. Спираль, покрытая слоем бетона, не имеет прямого контакта с воздухом, кислород из воздуха не выжигается.**

ЭБП предназначены для обогрева сухих помещений различного назначения: садовых и дачных домиков, домов рыбаков и охотников, небольших складов, бытовок, передвижных вагончиков и т.д.

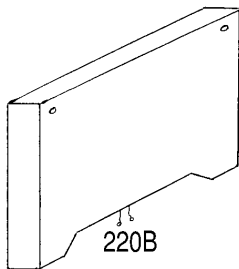


рис.1

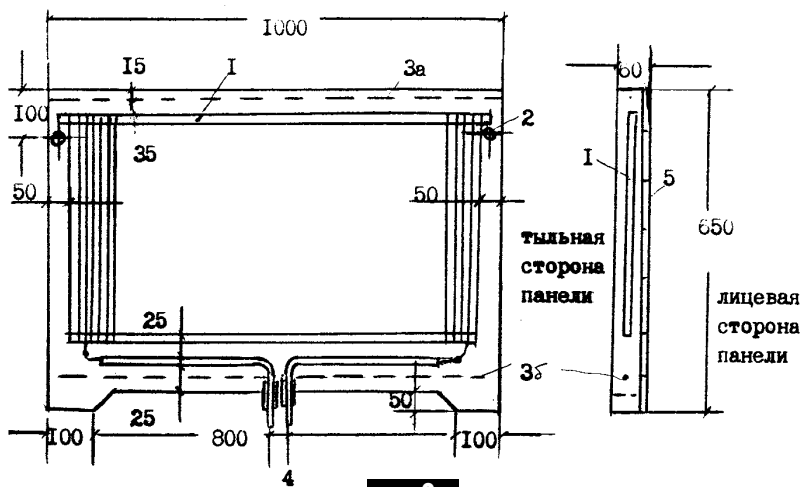


рис.2

Конструкция панели представляет собой железобетонный элемент, состоящий из собственно тела панели, нагревательного элемента и стальной арматуры. Все это объединяется в единое целое при определенном размещении во время укладки бетона в деревянном каркасе. Общий вид панели показан на рис.1.

Впервые автором панели были изготовлены и испытаны в 1973 г. В качестве нагревательного элемента в этих панелях использовался специальный провод марки ПОСХП (провод одножильный сельскохозяйственный диаметром 1 мм с изоляцией из полиэтилена). Панели такой конструкции нашли широкое применение. Основным недостатком таких панелей можно считать применение для нагревательного элемента дефицитного изолированного провода. Более того, выяснилось, что полиэтиленовое покрытие нагревательного элемента в процессе эксплуатации быстро расплавляется.

Поэтому автор выполнил серию экспериментов по изучению возможности применения в качестве нагревательного элемента обычной нецинкованной стальной проволоки диаметром 1...1,1 мм (недефицитной и недорогой), применяемой на заводах ЖБИ как вязальная проволока. Эксперименты показали, что при снижении стоимости панели применение такого провода для

нагревательного элемента не снижает уровня пожаро- и электробезопасности панелей. Исследование электрических характеристик бетонного слоя, защищающего спираль, показало, что пробивное напряжение сухого бетона составляет 12...15 кВ/см (сопротивление на пути "жила спирали - наружная поверхность бетона" более 1 МОм).

Нагревательный элемент из указанной проволоки навивается на деревянную рамку и укладывается в тело бетона панели во время ее изготовления. Для придания большей жесткости и прочности панели в нее вкладываются продольные и поперечные стальные стержни Ø5...6 мм (см. рис.2, где 1 - деревянная рамка с нагревательным элементом; 2 - отверстия под крепежные болты Ø10...12 мм; 3а и 3б - стальная арматура (длина 950 мм, Ø5...6 мм); 4 - выводные концы из медного изолированного провода; 5 - облицовочная глазурованная плитка).

При расчете панелей температура на поверхности панели выбирается с учетом санитарных требований и находится в пределах от 40 до 85°C в зависимости от конструктивного оформления панели (ее размеров) и числа витков нагревательного элемента, а также схемы включения в электросеть ~220 В.

Применение панелей обеспечивает комфортабельные условия в обогреваемом помещении. Спираль, покрытая слоем бетона, не имеет прямого контакта с воздухом, а следовательно, кислород не выжигается и не ощущается сухости воздуха.

Устанавливать панели рекомендуется в местах, исключающих случайные механические повреждения. Хотя слой сухого бетона защищает человека от поражения электрическим током, рекомендуется все-таки панель защищать металлической сеткой или деревянной решеткой на расстоянии 8...10 см от поверхности панели. Это позволяет защищать панели от случайных механических повреждений, а человека от прикосновений (например, при мытье пола сырыми тряпками).

Конструкция панелей отвечает требованиям ГОСТ 16617-87 "Электроприборы отопительные бытовые".

Стоимость одной панели не превышает 70-80 грн. Срок службы панелей 10 лет и более. Вряд ли кто-то решит сворачивать такую панель с вашего дачного домика: проблематично и неразумно (вес панели 60...65 кг, она надежно крепится к стене, да и цена ее относительно невысокая).

# О РАСЧЕТЕ ЕМКОСТИ ГАСЯЩЕГО КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ПАЯЛЬНИКА

К.В. Коломойцев, г. Ивано-Франковск

В статье приводится методика расчета емкости гасящего конденсатора и напряжения на его выводах в цепи активной нагрузки, в частности паяльника, которая позволяет существенно сократить объем вычислений, сведя их до минимума, что упрощает расчеты и сокращает время, необходимое для выбора гасящего конденсатора требуемой емкости и соответствующего номинального напряжения.

В "Электрике" №3 за 2002 г. (с.26) опубликован материал о включении паяльников в сеть 220 В с последовательно включенным конденсатором (по материалам журнала "Радио, телевизия, электроника", Болгария, №10/2001).

В приведенном материале предлагается методика расчета емкости конденсатора и напряжения на нем при его последовательном включении с паяльником, причем рассматриваются два варианта. В первом варианте необходимо уменьшить мощность паяльника на требуемую величину с помощью гасящего конденсатора, а во втором - включить низковольтный паяльник в сеть 220 В, погасив излишек напряжения конденсатором.

Осуществление первого варианта (рис.1) предполагает два вычисления с исходными данными (ток, потребляемый паяльником из сети I и сопротивление паяльника R1), затем два промежуточных вычисления (ток, потребляемый паяльником при меньшей его мощности на требуемую величину I1 и емкостное сопротивление конденсатора Rc) и, наконец, два последних вычисления, которые дают иско-

мые, потребляемый паяльником из сети, и сопротивление паяльника R, затем следует одно промежуточное вычисление, из которого, как и в первом варианте, находится емкостное сопротивление конденсатора Rc и, наконец, два последних вычисления, из которых определяют емкость конденсатора C при частоте 50 Гц и на-

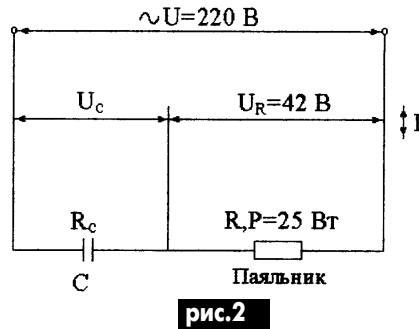


рис.2

пряжение на выводах конденсатора Uc. Таким образом, для решения задачи по второму варианту необходимо осуществить пять вычислений.

Решение задач по обоим вариантам требует определенных затрат во времени. Методика не позволяет сразу в одно действие, минуя исходные и промежуточные расчеты, определить емкость гасящего конденсатора и соответственно напряжение на его выводах.

Удалось найти выражения, которые позволяют сразу в одно действие вычислить емкость гасящего конденсатора, а затем напряжение на его выводах для первого варианта. Подобным образом получено выражение для определения емкости гасящего конденсатора для второго варианта.

**Вариант 1.** Располагаем паяльником 100 Вт 220 В и желаем эксплуатировать его при мощности 60 Вт, используя при этом последовательно включенный с ним гасящий конденсатор. Исходные данные: номинальная мощность паяльника P = 100 Вт; номинальное напряжение сети U = 220 В; требуемая мощность паяльника P1 = 60 Вт. Требуется вычислить емкость конденсатора и напряжение на его выводах согласно рис.1. Формула для расчета емкости гасящего конденсатора имеет вид:

$$C = P \cdot 10^6 / 2\pi f_1 U^2 (P/P_1 - 1)^{0,5} \text{ (мкФ)}$$

При частоте питающей сети f1 = 50 Гц формула принимает вид:

$$C = 3184,71 P / U^2 (P/P_1 - 1)^{0,5} = 3184,71 \cdot 100 / 220^2 (100/60 - 1) = 8,06 \text{ мкФ}$$

В контрольном примере емкость конденсатора равняется 8,1 мкФ, т.е. имеем полное совпадение результата. Напряжение на выводах конденсатора равно  $U_c = (P/P_1)^{0,5} \cdot 10^6 / 2\pi f_1 C U$  (В).

При частоте сети f1 = 50 Гц формула упрощается:

$$U_c = 3184,71 (P/P_1)^{0,5} / C U = 3184,71 (60 \cdot 100)^{0,5} / 8,06 \cdot 220 = 139,1 \text{ В}$$

В контрольном примере Uc = 138 В, т.е. практическое совпадение результата. Таким образом, для решения задачи по первому варианту вместо шести вычислений нужно сделать всего два (без промежуточных расчетов). При необходимости емкостное сопротивление конденсатора можно сразу вычислить по формуле:

$$R_c = U^2 (P/P_1 - 1)^{0,5} / P = 220^2 (100/60 - 1)^{0,5} / 100 = 395,2 \text{ Ом}$$

В контрольном примере Rc = 394 Ом, т.е. практическое совпадение.

**Вариант 2.** Располагаем паяльником мощностью 25 Вт, напряжением 42 В и хотим включить его в сеть 220 В. Необходимо рассчитать емкость гасящего конденсатора, последовательно включенного в цепь паяльника, и напряжение на его выводах согласно рис.2. Исходные данные: номинальная емкость паяльника P = 25 Вт; номинальное напряжение Ur = 42 В; напряжение сети U = 220 В. Формула для расчета емкости конденсатора имеет вид:

$$C = P \cdot 10^6 / 2\pi f_1 U_r (U^2 - U_r^2)^{0,5} \text{ мкФ}$$

При частоте сети f1 = 50 Гц формула принимает вид:

$$C = 3184,71 P / U_r (U^2 - U_r^2)^{0,5} = 3184,71 \cdot 25 / 42 (220^2 - 42^2) = 8,77 \text{ мкФ}$$

Напряжение на выводах конденсатора легко определить, пользуясь исходными данными, по теореме Пифагора:

$$U_c = (U^2 - U_r^2)^{0,5} = (220^2 - 42^2) = 216 \text{ В}$$

Таким образом, для решения задачи по второму варианту вместо пяти вычислений необходимо осуществить только два. При необходимости величину емкостного сопротивления конденсатора, для данного варианта, можно определить по формуле:

$$R_c = U_r (U^2 - U_r^2)^{0,5} / P = 42 (220^2 - 42^2)^{0,5} / 25 = 362,88 \text{ Ом}$$

По контрольному примеру Rc = 363 Ом. Гасящий конденсатор C на приведенных рисунках желательно зашунтировать разрядным резистором МЛТ-0,5 номиналом 300...500 кОм.

**Выводы.** Предлагаемая методика расчета емкости гасящего конденсатора и напряжения на его выводах позволяет существенно сократить объем вычислений, сведя их до минимума.

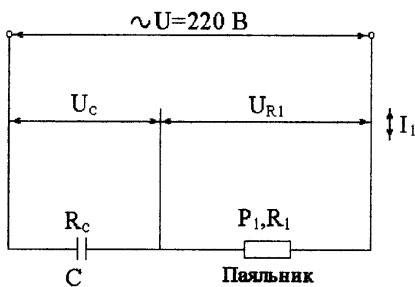


рис.1

величины (емкость конденсатора C на частоте 50 Гц и напряжение на выводах конденсатора Uc). Таким образом, для решения задачи по первому варианту необходимо осуществить 6 вычислений.

По второму варианту (рис.2), чтобы решить задачу, необходимо произвести с исходными данными два вычисления, как и в первом варианте, а именно: найти ток

# РАДИОДИСТАНЦИОННОЕ ОХРАННОЕ УСТРОЙСТВО

В.М. Палей, г. Чернигов

Отличительной особенностью предлагаемой конструкции является то, что сигнал тревоги звучит не из охраняемого автомобиля (в настоящее время такой сигнал тревоги вызывает только раздражение окружающих), а из портативного радиоприемника, который находится у владельца автомобиля или рядом с ним. В случае необходимости к приемнику можно подключить внешние исполнительные устройства. Сигнал тревоги может принимать любой вид, приемлемый для владельца охраняемого объекта.

Устройство не имеет потайного выключателя. Его не так просто обезвредить: сигнал тревоги формируется не в случае обнаружения излучения передатчика, а в случае его пропадания. Поэтому охранное устройство срабатывает при отключении питания передатчика, при выводе его из строя (например, электрошокером), при постановке помехи и, разумеется, при срабатывании охранных датчиков.

Потребительские качества (радиус действия, применяемый код) могут быть существенно изменены, как в сторону расширения, так и в сторону сужения, в зависимости от поставленной задачи и возможностей владельца.

Устройство состоит из передатчика и приемника, работающих в Си Би диапазоне.

**Передатчик.** Структурная схема передатчика показана на **рис.1**. Задающий кварцевый генератор 1 управляется формирователем сигнала передачи 4 следующим образом.

1. Если все охранные датчики находятся в дежурном состоянии, то генератор 1 вырабатывает стабильные колебания в течение 1 с. Эти колебания модулируются по амплитуде в модуляторе 2 частотой 1024 Гц, усиливаются в усилителе

мощности 3 и подаются в антенну. Далее следует пауза длительностью 9 с, и передатчик снова включается на 1 с. Если же срабатывает хоть один датчик, то передатчик блокируется на 39 с. За это время пропадают две секундные посылки, что и является признаком аварийного состояния.

2. Если автомобиль движется, и в нем установлены датчики перемещения, крена или акустические, то передатчик оказывается постоянно выключенным и возвращается в рабочее состояние спустя 39 с после срабатывания последнего датчика (например, после остановки автомобиля и закрывания дверей).

Передатчик питается от источника постоянного тока напряжением 12 В. При установке в автомобиле передатчик потребляет средний ток 40 мА (120 мА в режиме передачи и 30 мА в режиме паузы).

Принципиальная схема передатчика показана на **рис.2**. Задающий генератор собран по традиционной схеме с кварцевым резонатором Z2 на транзисторе VT2, цепь питания которого включается ключом на транзисторе VT3. Резистор R13 ограничивает базовый ток транзистора VT3, а R18 способствует надежному закрыванию при лог."0" на выводе 2 счетчика DD4. Конденсаторы C3, C8, C11 блокировочные. Коллекторной нагрузкой генератора является резонансный контур L1, C9, работающий в диапазоне 10 м (Си Би диапазон).

Сигнал несущей частоты через конденсатор C10 подается на базу транзистора VT4, выполняющего функции модулятора. Сюда же через дроссель L2 подается низкочастотный сигнал 1024 Гц. Промодулированная по амплитуде несущая выделяется на контуре с неполным включением L3. Далее сигнал передат-

чика через разделительный конденсатор C13 подается на усилитель мощности, собранный на транзисторе VT5, нагрузкой которого является антенна с удлиняющими контурами C16L5, C18L6.

Анализатор состояния датчиков состоит из двух логических элементов DD2.1 и DD2.2. Аварийное состояние датчиков приводит к появлению лог."1" на выводе 9 DD2.2. Поскольку логические элементы DD2 имеют выход с инверсией, то это позволяет подключать датчики с любой логикой работы (либо "0", либо "1" в аварийном состоянии, в случае "0" датчики подключают к входам DD2.2, в случае "1" - к входам DD2.1). На схеме показано подключение трех датчиков, но их число неограниченно, на **рис.3** показано, как можно подключать дополнительные датчики через диоды. Стабилитроны VD1-VD3 на входах логических элементов защищают их от напряжений выше напряжения питания и от всплесков обратной полярности.

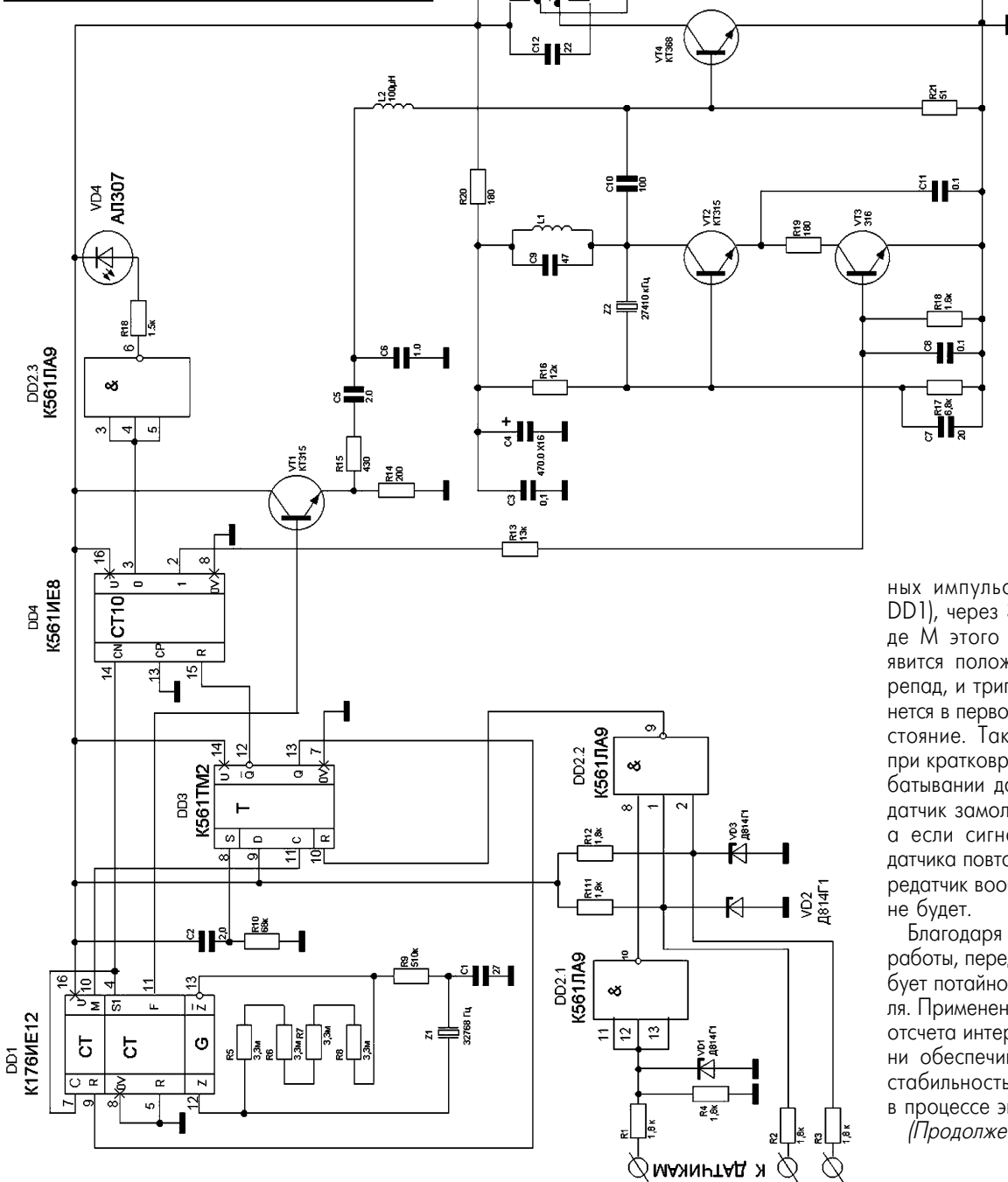
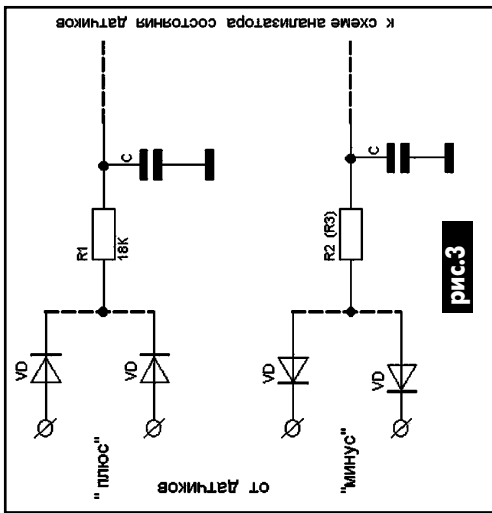
Формирователь сигнала передачи состоит из кварцевого генератора и делителя частоты на микросхеме DD1, триггера запрета DD3 и счетчика импульсов DD4. В этой схеме применен "часовой" кварц (32768 Гц).

При включении питания за счет элементов C2, R10 триггер DD3 устанавливается в состояние, когда на его выводе 12 лог."0". При этом счетчик DD4 считает секундные импульсы, имеющиеся на выводе 4 DD1, и на его выводах 3 и 2 выделяется по одному такому импульсу из 10. К выводу 3 DD4 через инвертор DD2.3 подключен светодиод VD4, индицирующий включенное состояние устройства, а с вывода 2 управляющий сигнал поступает на базу транзистора VT3, включающего питание передатчика.

С вывода 11 DD1 через эмиттерный повторитель VT1 сигнал частотой 1024 Гц поступает на модулятор. При этом лог."1" на выводе 13 DD3 запрещает работу формирователя минутных импульсов. Если же с анализатора состояния датчиков на триггер DD3 приходит хотя бы кратковременный импульс, триггер меняет свое состояние на противоположное. При этом счетчик DD4 по входу R обнуляется, на его выводах 2 и 3 появляется лог."0", что приводит к выключению передатчика и светодиода. В это время начинает работать счетчик минут-



рис.1



ных импульсов (вывод 9 DD1), через 39 с на выходе М этого счетчика появится положительный перепад, и триггер DD3 вернется в первоначальное состояние. Таким образом, при кратковременном срабатывании датчиков передатчик замолкает на 39 с, а если сигнал тревоги с датчика повторяется, то передатчик вообще работать не будет.

Благодаря такой логике работы, передатчик не требует потайного выключателя. Применение цифрового отсчета интервалов времени обеспечивает высокую стабильность параметров в процессе эксплуатации.  
(Продолжение следует)

# НОУ – ХАУ ЭЛЕКТРИКА МАКСИМА

В. Самелюк, г. Киев

В заметке приведена принципиальная схема определителя фаз трехфазной сети переменного тока. Устройство используется для получения правильного направления вращения вала при подключении электродвигателя с трехфазным питанием.

Мой сосед Максим К. работает электриком на одном из фармацевтических предприятий столицы. На заводе сотни электродвигателей. Без них не обходятся насосы и компрессоры, конвейерные линии, таблетпрессы, упаковочные машины, различные смесители, системы вентиляции и т. д. Обычно это трехфазные электродвигатели переменного тока.

За год Максиму приходится подключать около 100 электродвигателей - при поступлении нового оборудования, при переналадке гибких производств, после ремонта электродвигателей или реконструкции участков предприятия. При подключении фаз электродвигателя к сети необходимо учитывать направление вращения ротора. Если после подключения вращение не угадано, необходимо поменять местами две фазы на клеммах двигателя либо на пускателе.

В журнале "Радио" [1] была опубликована простая схема определителя фаз, представленная на **рис.1**. Недостатком конструкции является наличие ламп накаливания, большие габариты, что не очень удобно для мобильной работы. Поэтому лампы на-

каливания были заменены светодиодами, пересчитаны номиналы остальных радиоэлементов. Новая схема приведена на **рис.2**.

Фазы трехфазной сети условно обозначаются первыми тремя буквами латинского алфавита. Любой провод трехфазной сети можно принять за фазу А и подсоединить к ней определитель фаз через зажим типа "крокодил". Подсоединив к двум другим фазам аналогичные зажимы, наблюдают за свечением светодиодов VD1 и VD4. Ярче будет светить светодиод, подключенный к фазе В. Клеммы электродвигателей переменного тока имеют обозначение фаз, при котором вал вращается по часовой стрелке. Подключив клеммы двигателя к сети согласно определенным прибором фазам, получим соответствующее направление вращения вала.

Определитель фаз собран в пластмассовом футляре размерами 20х20х60 мм. В конструкции лучше применить однотипные светодиоды одного цвета свечения, чтобы не было разброса светотдачи.

Теперь Максим неизменно выигрывает пари на безошибочное подключение электродвигателя с первого раза.

### Литература

1. Соколов Ю., Пархоменко А. Фазоуказатель//Радио. - 1981. - №9- С.79.

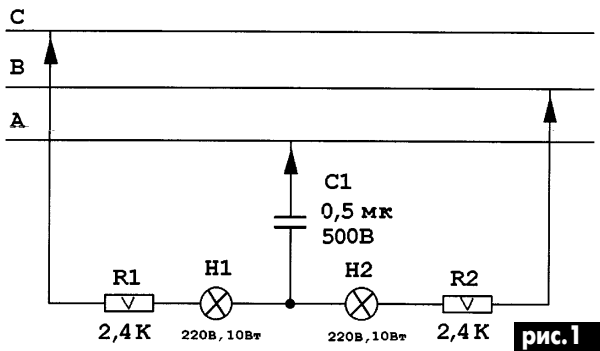


рис.1

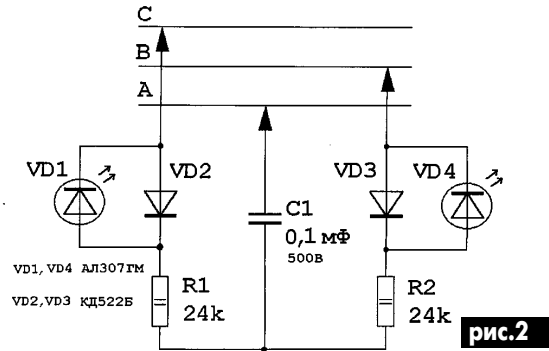


рис.2

## ЯВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСА В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ И ГЕНЕРАТОРАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Ю. Бородатый, Ивано-Франковская обл.

Однажды попробовал снизить напряжение, вырабатываемое силовым трансформатором ТС-160, с помощью конденсатора емкостью 10 мкФ, включенного последовательно с первичной обмоткой (**рис.1**). Каково же было мое удивление, когда вместо ожидаемого уменьшения напряжения получил увеличение, причем в 2 раза!

Позже попробовал маломощный трансформатор от стереомагнитофона и конденсатор емкостью 4 мкФ. Опять получил явление резонанса, но не сразу, пришлось поискать сетевой вилкой в розетке. Через несколько минут работы в резонансном режиме трансформатор пустил дымок, но не сгорел (это был наш трансформатор...). За это время я успел измерить напряжение на конденсаторе и трансформаторе. Оказалось, что сумма этих напряжений превышает сетевое в 4 раза! Следует отдать должное

и конденсатору (МБГЧ-1 4 мкФ±10% x 250 В), выдержавшему в процессе эксперимента напряжение 440 В.

Практического применения данному явлению пока не придумал, но вот что интересно. Конденсатор и катушка трансформатора поворачивают фазу переменного напряжения одинаково на 90°, только в разные стороны. Получается, что в месте соединения емкости и индуктивности появляется (**рис.2**) виртуальный генератор переменного тока, работающий синхронно с головным (сетью). Именно накладка напряжения виртуального генератора на сетевое напряжение и приводит к увеличению амплитуды последнего на конденсаторе и индуктивности (обмотке ТС). Такое поразительное совпадение фаз возможно только с виртуальным генератором. Реальные генераторы, соединенные параллельно, выдают общее напряжение и частоту. Характеристику тока задают более мощные генераторы, а более слабые вынуждены под них подстраиваться, причем подстройка происходит сама собой без постороннего вмешательства. Это удивительное явление резонанса в реальных генераторах заметил "отец кибернетики" Норберт Винер и описал в своей книге "Кибернетика". Это же явление используют для рекуперации электроэнергии ветроэлектростанций, что позволяет использовать ВЭС с максимальной эффективностью.

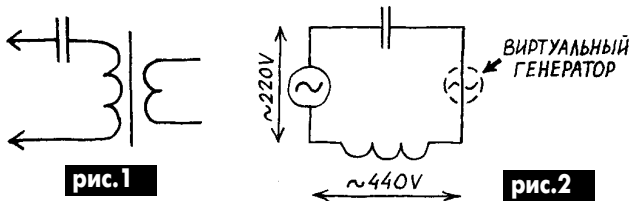


рис.1

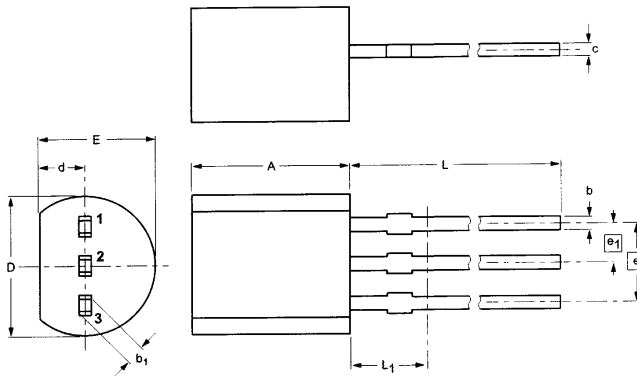
рис.2

**От редакции.** Читатель В.И. Саган из г. Тернополя просит напечатать в журнале "Электрик" справочные данные по тиристорам. При этом читатель не уточнил, какие тиристоры его интересуют - отечественные или импортные. По отечественным тиристорам подробные данные содержатся в справочнике О.Н. Партала "Радиокомпоненты и материалы" (глава 3). Перепечатывать эти данные нет смысла, тем более, что глава 3 содержит более 20 страниц. Если у читателей нет этого справочника, то интересующие их данные редакция может выслать (ксерокопии страниц справочника). Кроме того, в "Радиоаматоре" №5 за 2000 г. с.35 приведены данные по мощным отечественным тиристорам с указанием их импортных аналогов. Что касается данных по импортным тиристорам, то они действительно нигде не публиковались. Редакция намерена в этом номере и других ближайших номерах дать сведения по тиристорам и симисторам ведущих фирм мира.

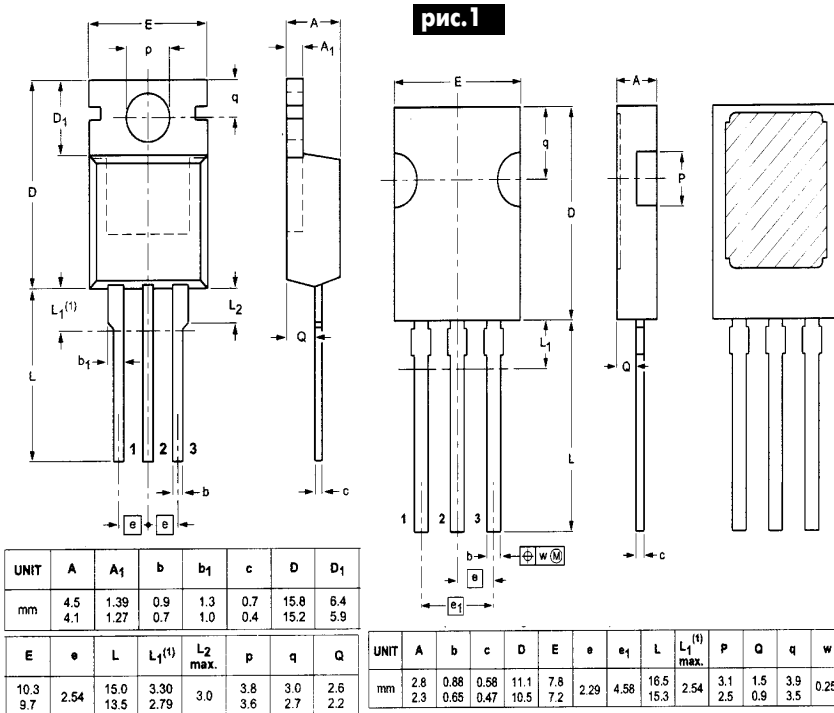
## СТАНДАРТНЫЕ СИМИСТОРЫ ФИРМЫ PHILIPS SEMICONDUCTOR

В приведенной ниже **таблице** использованы следующие обозначения: I - максимальный рабочий ток; V - максимальное обратное напряжение; I<sub>вкл</sub> - максимальный ток включения симистора.

Чертежи корпусов приведены на рисунках: **рис.1** - SOT54, **рис.2** - SOT78, **рис.3** - SOT82, **рис.4** - SOT186A, **рис.5** - SOT223, **рис.6** - SOT404, **рис.7** - SOT428, **рис.8** - SOT533.



UNIT	A	b	b <sub>1</sub>	c	D	d	E	e	e <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.56	0.45 0.40	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5



**рис.1**

UNIT	A	A <sub>1</sub>	b	b <sub>1</sub>	c	D	D <sub>1</sub>
mm	4.5 4.1	1.39 1.27	0.9 0.7	1.3 1.0	0.7 0.4	15.8 15.2	6.4 5.9

**рис.2**

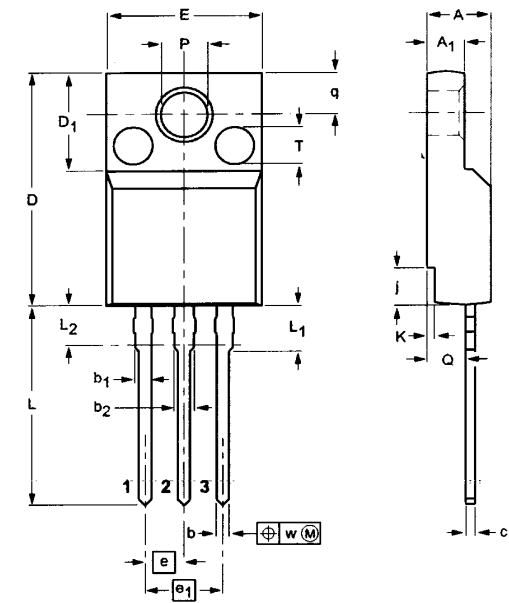
UNIT	A	b	c	D	E	e	e <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub> <sup>(1)</sup> max.	P	Q	q	w
mm	2.8 2.3	0.88 0.65	0.58 0.47	11.1 10.5	7.8 7.2	2.29	4.58	16.5 15.3	2.54	3.1 2.5	1.5 0.9	3.9 3.5	0.254

**рис.3**



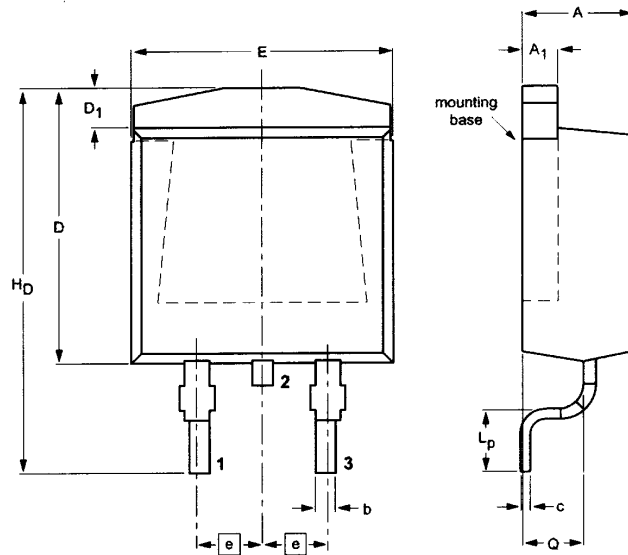
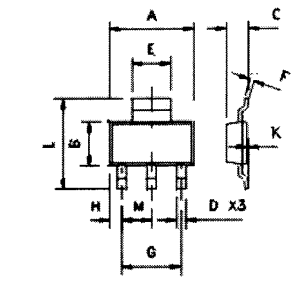
DIM	Millimetres		Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	6.3	6.7	0.248	0.264
B	3.3	3.7	0.130	0.146
C	-	1.7	-	0.067
D	0.6	0.8	0.024	0.031
E	2.9	3.1	0.114	0.122
F	0.24	0.32	0.009	0.013
G	NOM 4.6		NOM 0.181	
H	0.85	1.05	0.033	0.041
K	0.02	0.10	0.0008	0.004
L	6.7	7.3	0.264	0.287
M	NOM 2.3		NOM 0.0905	

рис.5



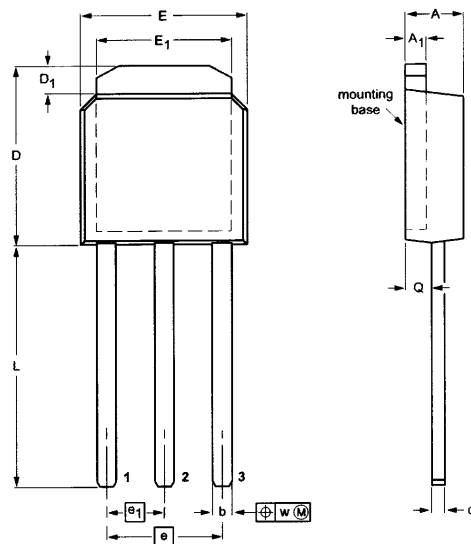
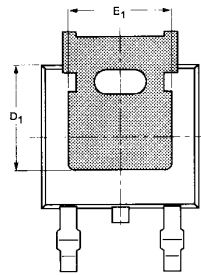
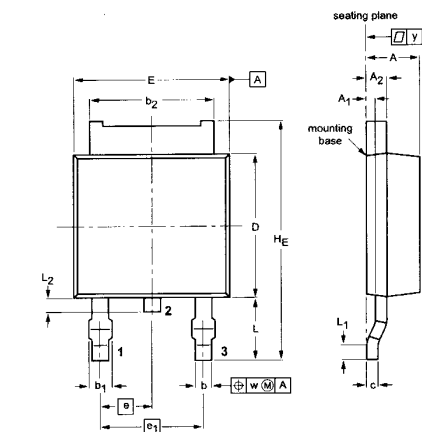
UNIT	A	A <sub>1</sub>	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c	D	D <sub>1</sub>	E	e
mm	4.6 4.0	2.9 2.5	0.9 0.7	1.1 0.9	1.4 1.0	0.7 0.4	15.8 15.2	6.5 6.3	10.3 9.7	2.54
e <sub>1</sub>										

рис.4



UNIT	A	A <sub>1</sub>	b	c	D <sub>max.</sub>	D <sub>1</sub>	E	e	L <sub>p</sub>	H <sub>D</sub>	Q
mm	4.50 4.10	1.40 1.27	0.85 0.60	0.64 0.46	11	1.60 1.20	10.30 9.70	2.54	2.90 2.10	15.80 14.80	2.60 2.20

рис.6



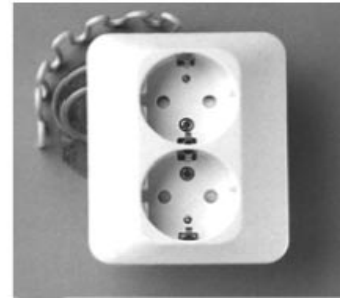
UNIT	A	A <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	A <sub>2</sub>	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c	D	D <sub>1</sub> min.	E	E <sub>1</sub>	e	e <sub>1</sub>	H <sub>E</sub>	L	L <sub>1</sub> min.	L <sub>2</sub>	w	y max.
mm	2.38 2.22	0.65 0.45	0.93 0.73	0.89 0.71	1.1 0.9	5.46 5.26	0.4 0.2	6.22 5.88	4.0	6.73 6.47	4.81 4.45	2.285 4.57		10.4 9.6	2.95 2.55	0.5	0.9 0.5	0.2	0.2

рис.7

UNIT	A	A <sub>1</sub>	b	c	D	D <sub>1</sub>	E	E <sub>1</sub>	e	e <sub>1</sub>	L	Q
mm	2.38 2.22	0.89 0.71	0.89 0.71	0.56 0.46	7.26 6.94	1.06 0.96	6.73 6.47	5.36 5.26	4.57	2.285	9.8 9.4	1.00 1.10

рис.8

# Устройства с подавлением электрического поля 1P20, 1P44



**Выключатели, настенные розетки, розетки для светильников и крышки коробок с подавлением электрического поля.**

**Артикул:**

- Выключатель E 18 310 06-52;
- Настенная розетка E 18 310 71-79;
- Розетка для лампы E 18 950 13, 53;
- Крышка E 14 204 56, 14 206 56;
- Устройство в корпусе E 14 377 36;
- Соединительные коробки;
- E 18 333 16-18, E 14 382 80, 82.

**Размеры:**

- 1-секционные устройства 82x82 мм;
- 2-секционные устройства 82x100 мм;
- Розетка для лампы 95x95 мм и 110x110 мм;
- Соединительная крышка для стены - 100 мм, для полка - 110 мм.

**Скрытый монтаж 1P20** (наружу выходит двойная розетка). Изделия поставляются в сборе с деталями, обеспечивающими снижение электрического поля, без захватов, монтируются в установочные коробки для скрытого монтажа.

**Монтаж на стене 1P20** (наружный монтаж). Изделия закрепляются в настенных коробках Eljo 18 307 97, наружу выходит двойная розетка E 18310 79, поставляемая вместе с наружной рамкой.

**Наружный монтаж 1P44.** Изделия поставляются вместе с кожухом для нижнего узла.

**Номинальный ток 16 А**

**Номинальное напряжение 250 В**

**Соединители.** Винтовое соединение, обычно применяется с мостиковыми соединителями. Соединители для светильников имеют безвинтовые зажимы.

**Цвет** - полярный белый.

**Материал** - термопласт. Не содержит галогенов, поливинилхлорида (PVC) или свинца.

**Испытания.** Измерения выполнялись Yngve Hamerius AB. Электрическое поле, измеренное в В/м, на расстоянии 30 см имеет следующие максимальные значения:

- Для выключателя не более 10,0 В/м;
- Для одиночной розетки не более 1,5 В/м;
- Для двойной розетки не более 2 В/м;
- Для розетки светильника не более 1,6 В/м;
- Для крышки коробки не более 1,6 В/м;
- Для соединительной крышки не более 1,2 В/м.

**Дополнительная информация.** Eljo имеет также аналогичные устройства для экранированных кабелепроводов и устройств с соединительными коробками (например, Protec). Эти изделия поставляются для скрытого монтажа в дизайне, который не обеспечивает подавления электрического поля с экранированием сзади и с боковых сторон. Номер артикула в этом случае всегда имеет на одну цифру больше, чем номер соответствующего изделия с полным подавлением электрического поля семейства El-San.



рис. 1

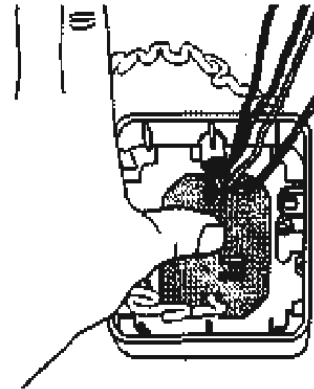


рис. 2

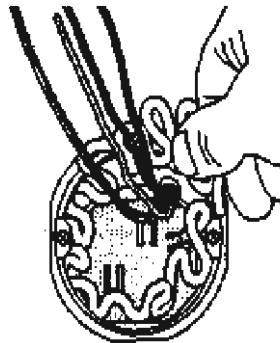


рис. 3

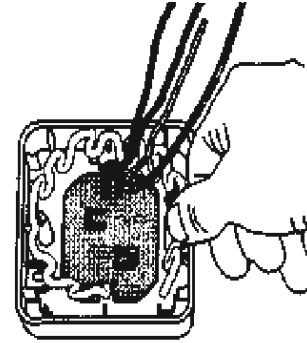


рис. 4

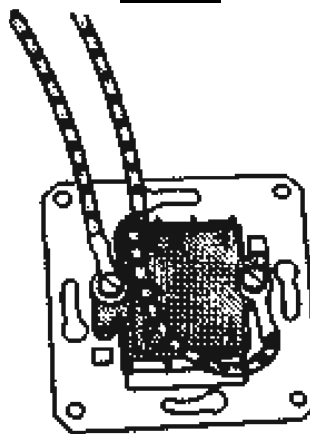


рис. 5

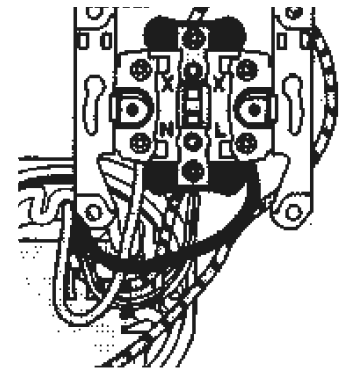


рис. 6

# Установка устройств подавления электрического поля

Изделия устанавливаются в стандартных монтажных коробках для скрытого монтажа или в коробках E1jo для наружного монтажа.

## Коробки (рис.1,2)

- Входящий провод помечен полоской;
- Экранирующая оболочка кабеля монтируется в прозрачном изолирующем шланге, который включен в комплект поставки;
- Снимите защитную пленку с самоклеящейся ленты;
- Плотно прижмите пластину к нижней части монтажной коробки, пред-

## Выключатель и розетка на одно направление (рис.5)

Провод заземления подключается к зажиму х вместе с проводом заземления рамки, удерживающей выключатель. В розетках на одно направление провод заземления подключается к соединителю, помеченному "земля" (earth).

Если провода заземления должны проходить через розетку, их нужно сростить в зажиме корпуса, один из проводов которого соединяется с х.

щие от экранов проводов, с проводами заземления (подключайте экраны к земле только одним концом);

- Соедините провод заземления платы с другими проводами заземления и со всеми проводниками, идущими от экранов.

## Розетка для лампы (рис.8)

- Провода заземления и все проводники, идущие от экранов проводов, должны подключаться к соединителю, помеченному "земля" (earth);
- Выполните остальные соединения;
- Соединения с "землей" металлической крышки происходит автоматически;

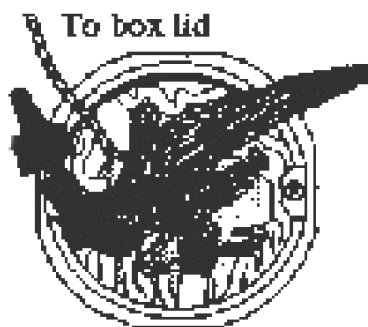


рис. 7

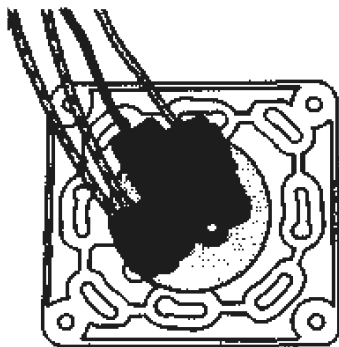


рис. 8

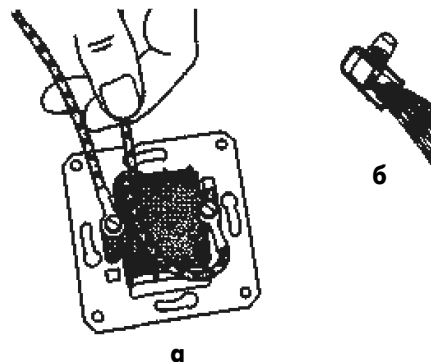


рис. 9

назначенной для скрытого или наружного монтажа;

- Боковая защитная спираль (рис.3) уложена вокруг внутренней стенки монтажной коробки для скрытого или наружного монтажа;
- Входящие провода (рис.4) укладываются по спирали в спиралевидные складки (спирали не нужно продевать через складки);
- Убедитесь, что спираль равномерно распределена вдоль стенок коробки;
- Выполните оставшиеся соединения.

**Замечание:** защитное заземление не должно подключаться к плоскому штырю на нижней плате.

## Розетка на два направления для скрытого монтажа (рис.6)

Провод заземления и другие провода, идущие от защитных экранирующих оболочек (экранов проводов) подключите к соединителям, помеченным "земля" (earth). Выполните оставшиеся соединения. Заземление металлической крышки осуществляется ее подсоединением к заземляющему стержню, когда крышка устанавливается на бортик.

## Крышка коробки (рис.7)

- Установите спираль, защищающую от проникновения электрического поля через плату и боковины, в соединительную коробку;
- Снабдите все провода в экранах защитными трубками;
- Соедините все проводники, идущие

- Розетки для лампы можно устанавливать только заподлицо.

## Общие указания (рис.9)

- Проводник, идущий к экранам проводов, закрытых с изолирующими шлангами, подключается к контакту защитного заземления устройства или к зажиму корпуса;
- Проводник, идущий к экранам проводов, должен соединяться лишь с одним концом экрана, если в инструкции особо не оговаривается иное подключение;
- Провод заземления соединяется с соответствующим зажимом, расположенным на вставке (внутри устройства).

По материалам зарубежной печати статью подготовил И. В. Бордовский, г. Киев.

# ИГРОВАЯ ИНДИКАЦИЯ "КАРТЫ"

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

Как было показано на примере игровой индикации "Домино" [1], кодировка цифр на основе двоичного счисления применяется очень давно. После того, как люди научились выделять листовой материал, появились игры с нанесением цифрового кода на тонкую плоскую поверхность (карты). В современных игровальных картах в каждой масти имеется 13 карт, причем 10 из них имеют цифровую маркировку от 1 (туз) до 10, а три - в виде картинок, но можно замаркировать и цифрами.

Предлагаю несколько видоизмененную маркировку карт от 1 до 10 (рис.1). Размещение обозначений имеет вид матрицы из 5 горизонтальных рядов и 3 вертикальных. Отличие от стандартной маркировки в том, что цифры 6 и 7 развернуты на 90°. Кроме того, цифры от 1 до 7 помещаются в матрице 3x3, как в индикации "Домино", только 8, 9, 10 размещаются в матрице 3x5. Последующие цифры от 11 до 15 размещаются в той же матрице. Основной принцип размещения - центральная симметрия (относительно центра узла) и осевая симметрия (относительно горизонтальной и вертикальной осей, проходящих через центр узла). Базовыми символами являются изображения цифр 1, 2, 4, 8, все остальные образуются методом наложения, например: 1 + 4 = 5.

Построить мнемонический индикатор на светодиодах, установив светодиоды в узлах матрицы (местах знаков масти) на принципе "карты", можно по схеме рис.2. Светодиоды, образующие мнемосимволы "2", "4", "8" соединены в последовательные цепочки по два (соответственно одна, две и четыре параллельных цепочки). Светодиод "1" образует отдельную цепочку. В каждой цепочке установлены свои токоограничительные резисторы R5-R12. Включаются цепоч-

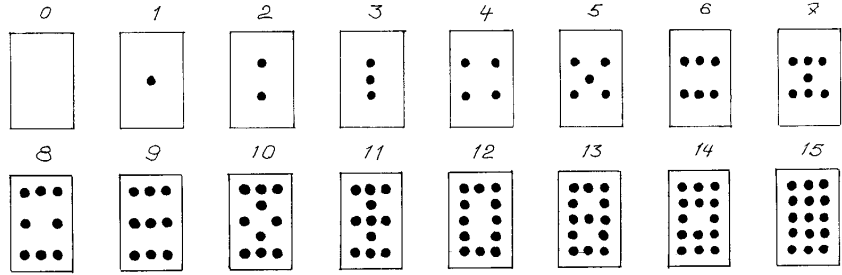


рис. 1

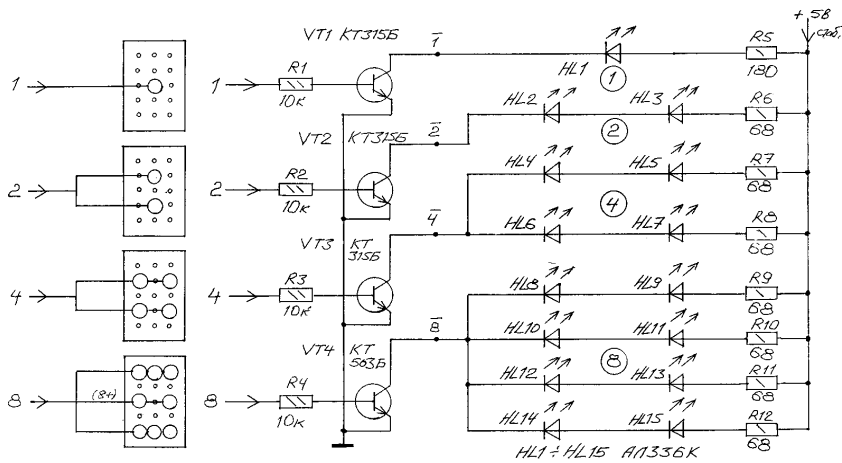


рис. 2

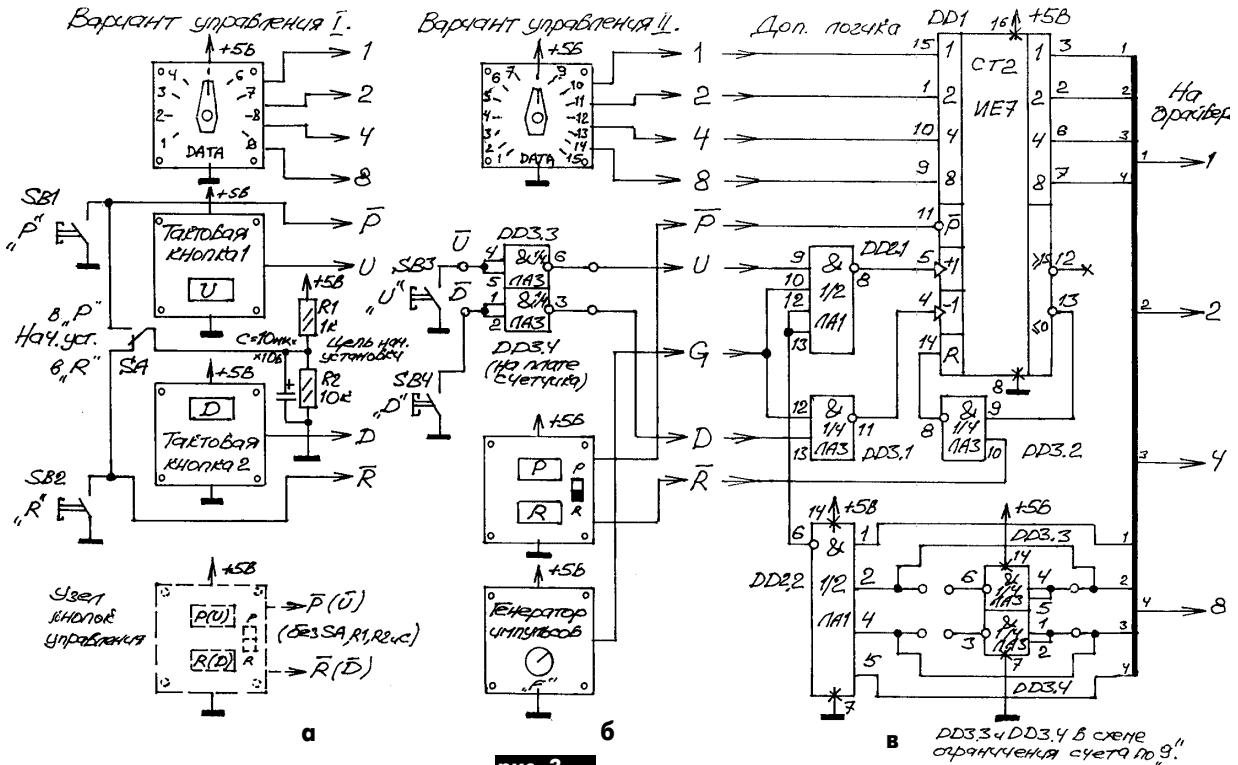


рис. 3

ки и сборки цепочек через свои драйверы на транзисторах VT1-VT4. Отличие этой схемы от схемы рис.2 в [1] - в отсутствии двух диодов VD1 и VD2 и большем числе светодиодов (15 вместо 9).

Видно, что нагрузка на транзистор драйвера возрастает пропорционально весу разряда управления, поэтому транзистор VT4 в весовом разряде 8 желательно применить с большим током коллектора, например КТ503, в остальных разрядах вполне подойдут КТ315 (под них разработана печатная плата) или подобные с током коллектора до 100 мА.

Рассмотрим два варианта управления индикатором. В первом варианте (рис.3,а) пош-

говое приращение данных получается нажатием тактовых кнопок U (вверх) или D (вниз). Предустановка по выбранному коду переключателя осуществляется нажатием кнопки SB1, а сброс - нажатием кнопки SB2. Имеется также цепь начальной установки после подачи напряжения питания на схему. Причем начальная установка может производиться либо в состоянии счетчика "0", либо в состоянии, соответствующем предварительно набранному переключателем-кодировщиком (предустановка). Выбор варианта начальной установки осуществляется переключателем SA (рис.3,а), который переключает цепь начальной установки (С, R1, R2) либо параллельно кнопке R (начальный сброс),

либо параллельно кнопке P (начальная автоматическая предустановка).

Узел начальной установки с переключателем SA собран на одной универсальной печатной плате с двумя кнопками P и R. Схема тактовой кнопки с подавлением дребезга приведена в [1] на рис.4,б.

Во втором варианте управления (рис.3,б) установлен генератор импульсов, схема которого приведена в [1] на рис.4,а. Удержание кнопки U (SB3) в нажатом состоянии ведет к автоматическому приращению кода вплоть до 9 (или 15). Удержание кнопки D (SB4) ведет к автоматическому уменьшению кода до нуля. Кнопки P и R предустановки и сброса аналогичны кнопкам первого варианта. Фактически каждый из предложенных вариантов состоит из 4-х универсальных плат-узлов.

На рис.3,в показана схема счетчика с дополнительными логическими цепями. Для счета до 9 может использоваться счетчик на микросхеме К555ИЕ6, для счета до 15 - на микросхеме К555ИЕ7 (эти счетчики есть в сериях К155, К531, К1533, аналогичные импортным счетчикам 74192 и 74193). Выходы счетчика 1, 2, 4, 8 подключены ко входам драйверов рис.2. Управляющие входы P, U, G, D, R показаны, как выходы на схемах вышеописанных вариантов управления.

Дополнительные логические цепи предназначены для ограничения счета сверху (на уровне 15) или снизу (на уровне 0). Состояние 15, соответствующее коду 1111, обнаруживается элементом DD2.2 (элемент "4И-НЕ"), на выходе которого в этом случае появляется лог."0", запирающий элемент DD2.1. Поступление импульсов на вход +1 счетчика прекратится, и счетчик зафиксирует состояние 15. В случае счета до 9 необходимо, чтобы элемент DD2.2 сработывал при состоянии 9, соответствующему коду 1001. Очевидно, 2-й и 3-й разряды кода нужно инвертировать, чтобы получить лог."1". Для этого имеются два свободных элемента DD3.3 и DD3.4. Нужно только разомкнуть перемычки справа по схеме от этих элементов и замкнуть слева.

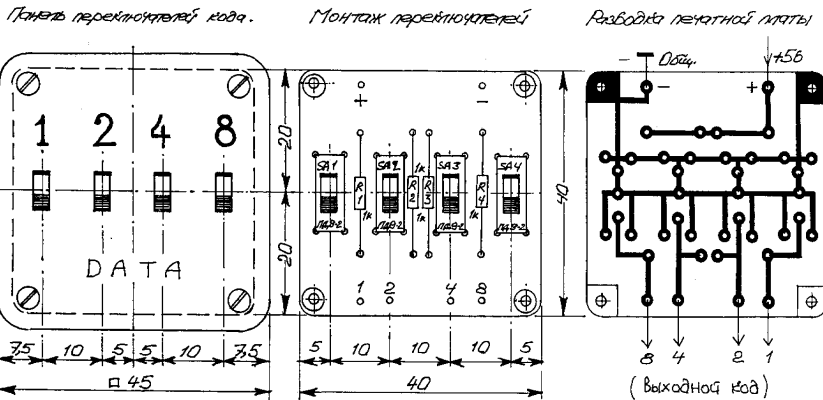
Состояние "0" фиксируется появлением лог."0" на выходе "≤0" (вывод 13 микросхемы). При этом на выводе 8 элемента DD3.2 появляется лог."1", которая удерживает счетчик в нулевом состоянии по входу сброса R. Этот элемент "2И-НЕ" (для лог."1") работает, как элемент "2ИЛИ-НЕ" для лог."0"

На рис.4 показана конструкторская разработка панели переключателей кода: рис.4,а - вид спереди, рис.4,б - вид со стороны монтажа, рис.4,в - разводка печатной платы. На рис.5 показана конструкторская разработка панели кнопок управления: рис.5,а - вид спереди, рис.5,б - вид со стороны монтажа, рис.5,в - разводка печатной платы. На рис.6,а показан вид панели индикатора, на рис.6,б, в - соответственно разводка платы индикатора и платы драйвера-счетчика.

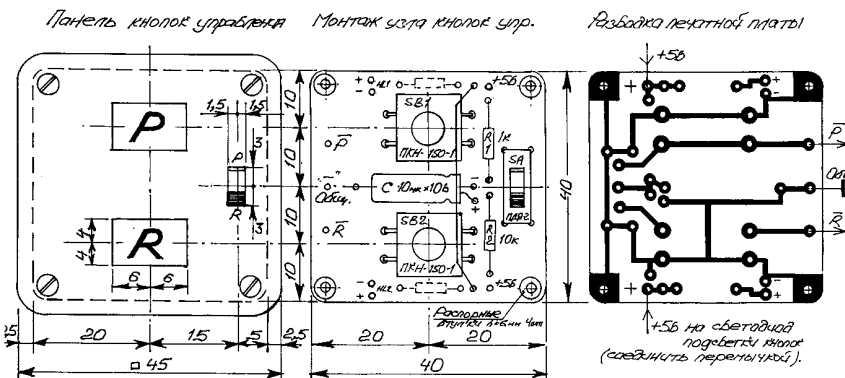
При испытаниях индикаторов замечено, что они ведут себя, как точечные источники света с переменным световым потоком. На ультраярких светодиодах собранная и лежащая на столе панель дает на потолок (расстояние примерно 2 м) световое пятно круглой формы диаметром до 1 м.

### Литература

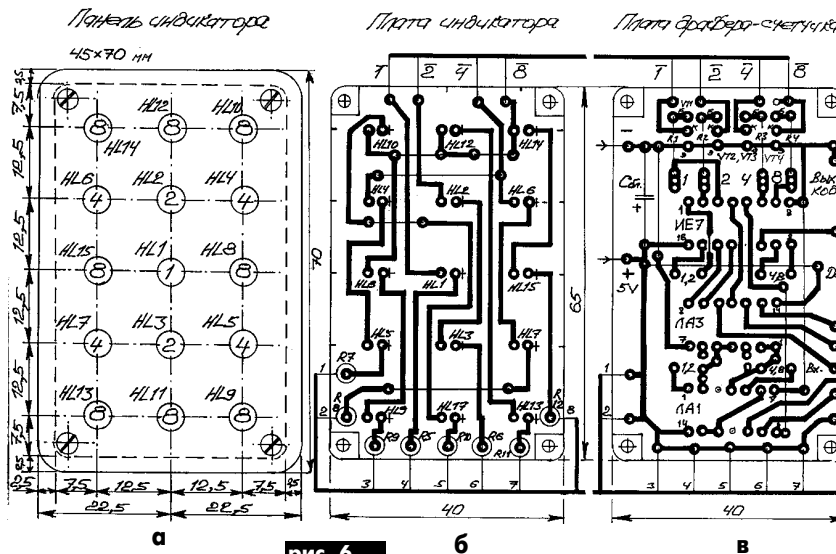
1. Саража Ю.П. Игровая индикация "Домино" // Электрик. - 2002. - №6. - С.21-22.



**рис. 4**



**рис. 5**



**рис. 6**

# РЕЗЕРВЫ ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ

О.Л. Архипов, г. Чернигов

“Электротехника без резонанса - пустая трата энергии”  
Н. Тесла, 1890 г.

В этой статье предлагается в порядке обсуждения идеи рассмотреть проблемы энергетики с позиции нового открытия и старых разработок.

На мой взгляд, мы имеем скрытые резервы использования мощностей наших электростанций, если посмотреть на проблемы энергетики с позиции радиотехники. В статье [1] я уже описывал суть открытия “Эффект трансгенерации энергии” российского изобретателя А. Мельниченко. Но для лучшего понимания дальнейшего материала кратко изложу суть дела. Обмотку двигателя переменного тока включают последовательно с конденсатором в сеть (рис.1). Величину емкости конденсатора  $C$  рассчитывают примерно из условий резонанса с обмоткой двигателя  $L_m$  как катушки индуктивности. Тогда вся система представляет собой последовательный колебательный контур. Как известно, при резонансе общее сопротивление цепи минимально и в пределе равно только активному сопротивлению  $R$ . Поэтому ток в контуре  $I$  будет максимальным, напряжение на обмотке двигателя тоже увеличится. То есть двигатель получит как бы дополнительное напряжение даже при меньшем напряжении источника питания. Как видим, применение эффекта достаточно просто по исполнению. Здесь происходит компенсация индуктивного сопротивления мотора  $X$  с помощью другого реактивного элемента - емкости  $C$ . В этом и есть суть нового открытия.

Я проделал такие опыты с различными двигателями переменного тока и свидетельствую, что эффект действительно есть. Добротность такого контура не очень велика (в пределах 2-3), но она есть. Подробнее об

как генератор, так и двигатель. Тогда синхронный генератор электростанции можно представить как источник электродвижущей силы  $E_0$  и последовательную катушку индуктивности с индуктивным сопротивлением  $X_{сн}$ , которое обязательно есть в любом электрогенераторе.

Далее я прямо приведу эквивалентную схему генератора из учебника по электрическим машинам [3] - рис.2, а также векторную диаграмму этой схемы - рис.3. Это упрощенная “диаграмма Потье”, которая наглядно показывает соотношения величин в этой цепи и используется для анализа работы синхронных генераторов в энергетике. На этих рисунках  $E_0$  - ЭДС холостого хода генератора, когда он работает без нагрузки. На диаграмме из вектора  $E$  вычитается вектор падения напряжения  $V = I_a X_{сн}$ , и в сумме получится напряжение генератора  $V$ . Ток  $I_a$ , протекающий в цепи статора генератора, как и положено в индуктивной цепи, отстает от напряжения на угол  $\phi$  - этот угол  $\phi$  фигурирует в электротехнике в качестве  $\cos\phi$ . Сопротивление  $Z_n$  - индуктивно-активное сопротивление нагрузки генератора.

Рассматривая рис.1 и рис.2, мы видим определенное сходство обеих систем. Можно сказать, что в схеме рис.2 ЭДС работает на нагрузку  $Z_n$  и преодолевает индуктивное сопротивление  $X_{сн}$ , которое называется в курсах электрических машин “синхронным сопротивлением генератора”. На этом сопротивлении теряется часть ЭДС и вектор  $V$  напряжения на нагрузке на диаграмме меньше вектора ЭДС  $E_0$  на величину падения напряжения  $V = I_a X_{сн}$ . В случае с двигателем ЭДС преодолевает сопротивление

обмотки двигателя, а в случае с генератором ЭДС преодолевает собственное сопротивление генератора  $X_{сн}$ . Величина падения напряжения реальных турбогенераторов [3] около 20-25% от величины ЭДС. Много это или мало покажем дальше.

После краткого пояснения процессов приступаем к главному. Исходя из эквивалентности процессов для компенсации падения напряжения в схеме генератора также включим конденсатор и получим схему рис.4, где  $C_k$  - мощная батарея конденсаторов компенсации, рассчитанная на резонанс напряжений в цепи.

Для проверки такого включения нагрузки в цепь генератора автор проводил в 1999 г. опыты по такой схеме: генератор низкой частоты включался на трансформатор  $T_p$ , с вторичной обмотки которого снималось напряжение на нагрузку  $R_n$  (рис.5). В экспериментах выбиралась повышенная частота 20...30 кГц для приближения этой электрической модели к соотношениям сопротивлений  $X_{сн}/R$  в мощных генераторах. Ведь в турбогенераторе витки обмотки статора - это буквально “медные бревна” с очень низким сопротивлением. Поэтому электрическая модель на высокой частоте более близка к реальности, чем на 50 Гц.

Вторичная обмотка трансформатора с индуктивным сопротивлением  $X_T$  и ее ЭДС  $E_2$  имитировала генератор, работающий на нагрузку  $R_n$ . Емкость компенсации  $C_k$  рассчитывалась из условий резонанса с обмоткой трансформатора. Тогда цепь вторичной обмотки принципиально не отличается от эквивалентной схемы рис.4.

Опыт показал, что включение конденсатора  $C_k$  повышает напряжение на нагруз-

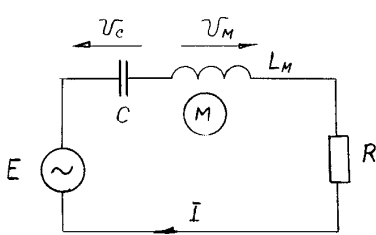


рис. 1

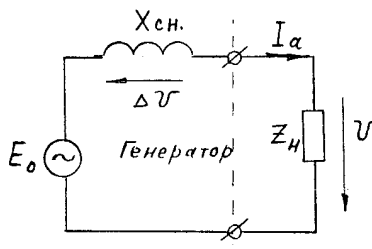


рис. 2

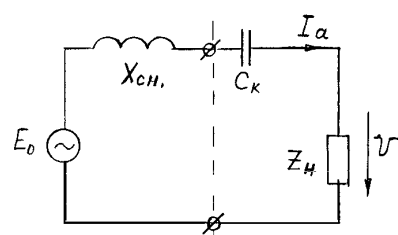


рис. 4

этом можно прочитать в [2].

А теперь предлагаю с учетом этого открытия взглянуть на обратный процесс - генерирование электрического тока генератором. Перевернем проблему на оборот (это, кстати, стандартный изобретательский прием). Применим также принцип обратимости электрических машин, сформулированный еще Э. Ленцем в 1834 г. Согласно этому принципу любая электрическая машина может работать

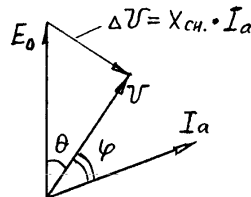


рис. 3

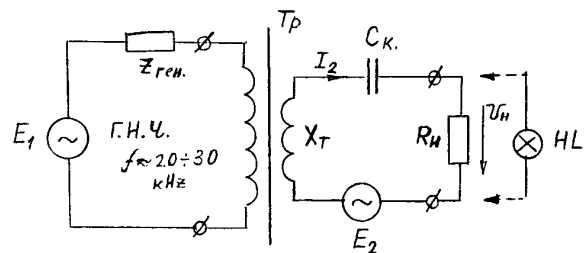


рис. 5

ке примерно на 15-20% по сравнению с напряжением без конденсатора, т.е. получились близкие к нужным результаты. Если в качестве нагрузки ставилась лампочка накаливания, то было наглядно видно, что лампочка горит с конденсатором более ярко, - это значит, что эффект компенсации есть даже в плохом контуре с большим активным сопротивлением  $R_n$ , что и требовалось проверить.

Рассмотрим как связаны электрические параметры в схеме рис.4 с мощностью турбогенератора. Активная мощность генератора  $P_a$  [3] выражается простым уравнением для трехфазного генератора:

$$P_a = 3E_0 V \sin\theta / X_{сп},$$

где  $E_0$  и  $V$  - ЭДС и напряжение генератора,  $\theta$  - угол на диаграмме (рис.3) между  $E_0$  и  $V$ . Из этого уравнения видно, что компенсация  $X_{сп}$  или эквивалентное уменьшение его величины приведет к росту мощности генератора или, оставив ту же мощность генератора, можно уменьшить потребляемую механическую мощность от турбины, так как  $P_a$  почти равна механической мощности. Тогда получим экономию топлива для той же мощности.

Эту идею, опыты и реальную работу турбогенератора с электрической системой автор обсуждал с опытным специалистом-практиком в энергетике В.И. Товстухой (бывший энергетик КМК в Сибири в 50-е годы, а затем гл. энергетик ряда предприятий в Чернигове). Идею и опыт он оценил как

интересные и полезные, а также одобрил идею публикации в печати.

Разумеется, работы по компенсации на турбогенераторе мощностью 1 миллион киловатт - сложнейшая техническая проблема, нужны подробные расчеты и сложные испытания. Но опыт применения резонансных систем в мощной энергетике у нас уже есть.

В начале 70-х годов в Новосибирске шли работы по "настроенным линиям электропередач". Работа велась на кафедре электрических систем и сетей НЭТИ под руководством заслуженного деятеля науки и техники д.т.н. Щербакова. Я тогда был студентом радиотехнического факультета и подрабатывал на этой кафедре, но интересовался и главными задачами кафедры. Работы велись также и в ряде институтов Москвы. Цель работ - передача энергии на сверхдальнее расстояние из Сибири в центр страны с максимальным КПД и мощностью ЛЭП.

"Настроенные линии" - такие ЛЭП, настройка которых проводится с помощью катушек и конденсаторов в режиме компенсации реактивных параметров и приведение "электрической длины" ЛЭП к половине длины волны на частоте 50 Гц. Это фактически прямое применение радиотехники в мощной энергетике только на низких частотах. Такая линия обладает гораздо большей дальностью передачи, пропускной способностью по мощности, чем обычная. Эти работы имели завершение: в 70-х годах была

построена ЛЭП Волгоград-Донбасс на напряжение 750 кВ и успешно эксплуатировалась. Был реальный опыт решения, пожалуй, более сложной задачи, чем та, о которой я пишу.

В заключение посмотрим, что можно получить от такой системы. Допустим, что нам удалось с помощью установки конденсаторной батареи скомпенсировать 20% падения напряжения на турбогенераторе мощностью 1 млн. кВт, - это значит, что мы имеем резерв в 200 тыс. кВт только на одном энергоблоке. Либо, оставив уровень мощности тем же, сэкономим столько угля или газа, сколько нужно потратить на генерацию этих 200 тыс. кВт. А ведь этой мощности вполне достаточно для такого города как Чернигов. А в масштабах Украины можно теоретически получить примерно 4-5 млн. кВт "даровой" мощности, а это 4-5 блоков ЧАЭС. Стоимость научно-исследовательских работ и сооружение батарей конденсаторов неизмеримо дешевле, чем добыча топлива и сооружение энергоблоков. Так что "игра стоит свеч!"

*Литература*

1. Архипов О.Л. Штурм перпетуум-мобиле продолжается // Радиоаматор-Конструктор. - 2000. - №5.
2. Журнал "Изобретатель и рационализатор". - 1997. - №1.
3. Брускин Д.Э., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. - М.: 1990.

# АЭРАТОР - НАСОС БЕЗ ПОДВИЖНЫХ ЧАСТЕЙ

(По материалам журнала "Зеленая энергетика")

Аэратор - первое устройство, в котором используется энергия волн для обогащения кислородом больших водоемов. В принципе аэратор - большой насос, который работает за счет возобновляемой энергии. Он создан в 1989 г. датским инженером Эриком Скаарупом. Насос под названием "FaloStung" прошел соответствующие испытания и готов к серийному производству.

На рис. 1 показан принцип функционирования аэратора. Волна водоема проходит через каналы аэратора, затем через отверстие вдоль тыльной части ротационной трубы, один конец которой закрыт. Если вода спокойна, она остается такой и в ротационной трубе. Но наименьшая волна заставляет трубу вращаться сначала медленно, а затем с каждой волной все быстрее. После нескольких волн скорость оказывается настолько большой, что воздушные пузырьки загоняются в центр водоворота. Аэратор "FaloStung" имеет пятиметровое входное отверстие для воды. При 20-сантиметровых волнах устройство перекачивает 150 л/с. Таким количеством воды за 1 час можно наполнить бассейн размером 15x12,5x2 м.

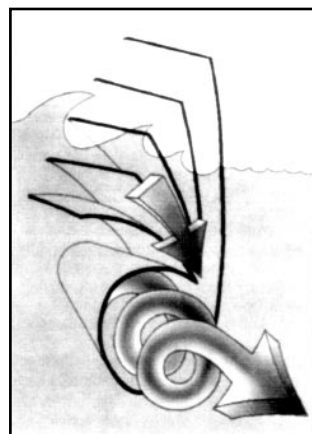


рис. 1

Аэратор "FaloStung" создает два вихря (рис.2), которые закручиваются в двух различных направлениях. Они достигают дна водоема, обогащая его кислородом. При волнах высотой 20 см аэратор способен подать на дно до 60 тонн кислорода в год. Это количество кислорода способно обезвредить 120 тонн водорослей, 30 тонн азота, 60 тонн рыбных отходов. Один такой аэратор способен обеспечить нормальные кислородные условия в воде среднего уровня загрязненности на поверхности в 1 га. Вообще перспективы использования аэратора "FaloStung" выглядят так:

1. Производство энергии.
2. Очистка воды, например, удаление тяжелых металлов.
3. Добыча полезных минеральных соединений с дна бассейна.
4. Добыча органических веществ.
5. Производство пресной воды из морской при использовании обратного осмоса.
6. Очистка от нефти в море.
7. Защита береговой линии.

Устройство запатентовано. Его внедряет сейчас одна из датских фирм. Технические данные аэратора:

1. Масса - около 3 тонн (алюминия 1,5 т).
2. Масса якоря - 500 кг.
3. Размеры: входное отверстие для воды - 5 м, общая ширина - 8 м; высота 6,2 м.

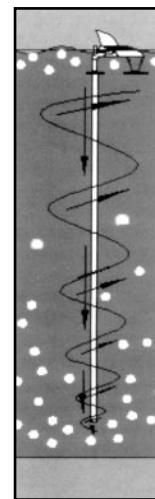


рис. 2

# ПЕРЕДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГИИ, ИНФОРМАЦИИ И ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Ю. Бородатый. Ивано-Франковская обл.

**Передвижение материалов.** В нынешнем цивилизованном обществе для передвижения материалов характерен возврат к рекуперации отработанных веществ в производственные циклы. Делается это в основном под давлением общественности. В прошлом веке был характерен отказ от практики использования вторсырья. Промышленникам выгоднее вычерпывать невозполнимые природные ресурсы, чем налаживать бесперебойную ресурсоциркуляцию. А между тем, даже при самом худшем для рекуперации материалов раскладе, энергии для ее поддержания требуется в 2,5 раза меньше, чем для добычи материалов из невозполнимых источников. Нежелание коммерсантов заниматься переработкой вторсырья вызвано тем, что для успеха в этом деле требуется большое число рабочих рук. Арифметика увеличения прибыли неумолимо диктует распространение механизации производства, увеличение безработицы, стимулирование потребления, укорачивание ресурса эксплуатации промизделий (срока их "жизни"), увеличение числа расходных материалов и другие способы обойти неумолимое действие закона снижения прибыли, провозглашенного классиками политэкономии полторы сотни лет назад.

Выход из создавшегося положения, вернее уход от глобального экономического кризиса видится только в возврате нашей цивилизации к вечным духовным ценностям. Мы являемся свидетелями борьбы между коммерческой пропагандой и такими символами духовности, как наука, искусство, религия. От исхода этой борьбы зависит где мы будем жить: в преобразенной стране или на краю евросвалки.

**Передвижение энергии.** Экономия электро-, тепло- и других видов энергии (двигательной, аккумулированной в энергоносителях и т.д.), а также рекуперация призваны окончательно решить проблему нехватки энергоресурсов. В XX веке энергию не экономили, так как из коммерческих соображений руководствовались принципом "чем больше растрат, тем больше прибылей". Вот почему потребителю навязывалась нерентабельная техника, затратное энергопользование, недолговечные изделия промышленности и многое другое, что противоречит доводам разума.

Отдельным видом передвижения энергии (не только в пространстве, но и во времени) является аккумулирование. Сегодня имеют все условия для успешного создания механических (маховичных), химических, термических, пневматических (газовых) и комбинированных видов энергоаккумуляторов, но на пути их широ-

кого внедрения стоит все та же коммерческая нецелесообразность. Программа УТН показывала кадры испытаний пневмоавтомобиля. С одной заправки машина двигалась на протяжении 10 ч со скоростью 100 км/ч.

В Японии почти вся промышленность переведена на пневмостанки и пневмоинструмент. Оказывается, что сжатый воздух (пар, гелий, водород) работают почти со 100% КПД, чего не скажешь об иных видах рабочих тел и энергоносителях. Газовые магистрали высокого и низкого давления могут служить этими аккумуляторами, своеобразными бездонными ресиверами. Надо только объяснить людям, что водород безопаснее кухонного газа, а современный паровой двигатель имеет КПД гораздо выше, чем КПД самого лучшего и дорогого бензинового двигателя.

Рекуперацию электроэнергии можно и нужно осуществлять уже сегодня, так как она проще всех видов передвижения энергии. Рекуперацией вполне могут заниматься многие читатели "Электрика".

**Передвижение знаний.** Изобилие информации в современном мире можно объяснить тем же коммерческим ее использованием. Если проанализировать всю информацию на предмет ее ложности, вредности, практической или иной необходимости, то процент действительно нужных знаний окажется ничтожно малым. XX век был веком информационного шума, который подавлял мыслительные способности человека и способствовал успешной коммерциализации общества.

В коммерческом обществе чем больше товара, тем больше денег. Это правило вынудило коммерсантов стимулировать у населения множество ненужных потребностей, интересов и проблем, которые требовали соответствующей информационной подготовки и поддержки: информнавигации (рекламы), информкораблей (ПК) для плавания в информморе (Интернет). Самая большая прибыль в конце XX века была получена от деятельности именно на этом поприще.

Теперь только от нас зависит успех или провал зомбирования, "промывания" наших мозгов, актуален афоризм "наша судьба в наших руках".

**Передвижение денег.** Для Украины сейчас актуально снижение всякой активности в передвижении денежных средств, так как оно приведет к их потере. Связано такое явление с рекордной недобросовестностью государственных чиновников. Вместо налога на прибыль уже давно пора ввести налог на вред, сумму которого смогут начислять эти самые чиновники, армия которых в Украине своим числом превысила все доступные пределы.

Почему разговор о передвижении материалов, энергии, информации будет неполным, если не вспомнить об использовании денежных средств? Все попытки сделать производственную деятельность человека более осмысленной натываются на финансовую мощь коммерсантов и их деструктивную деятельность. Ведь их цель не добро, а деньги. Пока что делать вред прибыльнее, чем приносить пользу. Ведь неспроста который год наша Верховная Рада не принимает нового налогообложения, хотя всем очевидно, что старая налоговая система превратилась в тормоз развития страны.

Изменение политики налогообложения станет главным и решающим фактором в гуманизации передвижения всех видов материи.

На рисунке приведена схема перемещения различных видов материи.





# АЗБУКА

## ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

(Продолжение. Начало см. в Э 7,8/2002)

А.Л. Кульский, г. Киев

Какие же режимы являются неприемлемыми для транзисторной схемотехники? Чего "бояться" биполярные транзисторы малой мощности? На **рис.8** представлены несколько типичных случаев.

С точки зрения физических основ работы транзисторов схема, изображенная на рис.8,а, собрана совершенно грамотно, а вот с точки зрения электроники она очень далека от идеала!

Во-первых, если подобный узел связан с предыдущей схемой ГАЛЬВАНИЧЕСКИ (без разделительного конденсатора), причем эта схема развивает на своем выходе положительный потенциал порядка 6...12 В, то можно заранее проститься с транзистором, поскольку его переход эмиттер-база немедленно будет пробит!

Во-вторых, даже если на входе узла будет находиться разделительный конденсатор, все равно эту схему применять не стоит, хотя у начинающих радиолюбителей подобная конфигурация порой еще вызывает энтузиазм. Поскольку транзисторы выпускаются с существенным разбросом по  $V_{ст}$ , рекомендованный для конкретного экземпляра транзистора (именно таковой

оказался под рукой!)  $R1$ , как правило, не будет являться подходящим для другого экземпляра транзистора, даже того же самого типа и литеры.

Следовательно, узел не может быть рекомендован для повторения. Еще хуже обстоит дело - рис.8,б. Здесь возникает режим работы биполярного транзистора с "разорванной базой". Это происходит всегда, когда база, пусть даже на непродолжительное время (миллисекунды или микросекунды!), оказывается никуда не подключенной, то есть "висящей в воздухе"!

При этом обратный ток коллектора (особенно при повышенной температуре окружающей среды) увеличивается. Появившийся начальный коллекторный ток создает на переходе эмиттер-база некоторое напряжение, приложенное своим "плюсом" к базовой области (для транзистора р-п-р), что еще сильнее приоткрывает транзистор, вызывая дальнейшее увеличение обратного коллекторного тока. Это, естественно, приводит к прогрессирующему нагреванию кристалла и новому возрастанию числа неосновных носителей!

Таким образом, поскольку ток нарастает ЛАВИНООБРАЗНО и очень быстро, процесс возрастания тока через

структуру транзистора принимает характер "цепной реакции"!

Заканчивается все это в течение десятков миллисекунд ТЕПЛОВОМ ПРОБОЕМ одного из переходов транзистора, обычно коллектор-базового. Хотя это в немалой степени зависит от технологии изготовления и особенностей структуры (топологии) транзистора. Вот почему схемы, где попадают (особенно в ключевом режиме) транзисторы, цепь базы которых коммутируется подобным образом с помощью контактов реле, считаются НЕГРАМОТНЫМИ.

Теперь рассмотрим схему, представленную на рис.8,в. Это схема с вольтодобавкой. Разумеется, базовая цепь в данном случае уже не "висит в воздухе", а нормально заведена на предыдущий узел. Импедансы предварительных цепей условно представлены как резисторы  $R_{вн1}$  и  $R_{вн2}$ .

Пусть при этом на базе присутствует некоторое положительное смещение, определяемое предыдущей схемой, порядка 0,5...2 В. Вольтодобавка поддерживает потенциал на эмиттере практически независимо от базового потенциала. Это означает, что напряжение между базой и эмиттером может принять не только нулевое значение.

Значительно опаснее то, что потенциал база-эмиттер может оказаться приложенным в ОБРАТНОМ направлении. Высококачественные кремниевые планарно-эпитаксиальные биполярные транзисторы (КТ3108, КТ3102, КТ3107, КТ342 и пр.) очень чувствительны к подобным вещам и могут быть легко и быстро пробиты, так как для этого достаточно потенциала 4...5 В.

Похожая ситуация (**рис.9**) вполне возможна и в схемах линейных стабилизаторов напряжения компенсационного типа.

Самая большая неприятность может случиться в том случае, если неправильно выбрана емкость  $C2$  ( $C2$  БОЛЬШЕ, чем  $C1$ ). Тогда в случае пропадания входного напряжения и отсутствия нагрузки на выходе стабилизатора величина потенциала (в данном случае положительного) на эмиттере проходного транзистора становится выше, чем на коллекторе!

Разность может достичь десятков вольт. В результате проходной транзистор выходит из строя!

(Продолжение следует)

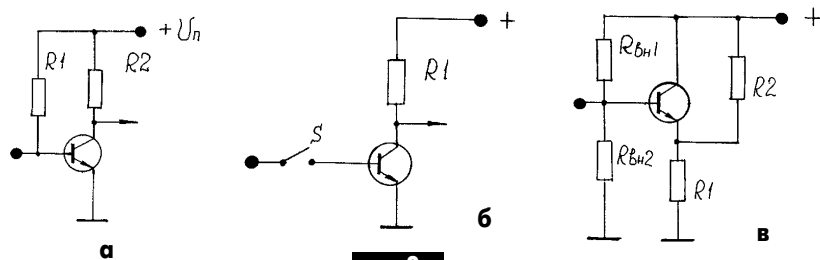


рис.8

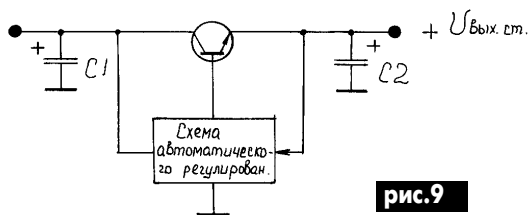


рис.9

# Дайджест по автомобильной электронике

## Универсальный прибор автолюбителя

Схема универсального измерительного прибора автолюбителя приведена на **рис. 1**. В зависимости от положения переключателя рода работы S1 им можно проверять напряжение встроенного автономного источника питания, исправность электролитических конденсаторов, напряжение аккумуляторных батарей, угол опережения зажигания, частоту вращения коленчатого вала четырехцилиндрового и шестицилиндрового двигателей. При любом положении переключателя S1 можно проверять низкоомные электрические цепи.

Прибор питается от гальванической батареи G1 через стабилизатор напряжения на транзисторах V12, V13. Источник опорного напряжения - параметрический диодный стабилизатор (V14-V16). Величину стабилизированного напряжения 3,5 В можно регулировать переменным резистором R33. При измерении постоянных напряжений (переключатель S1 в положениях 1, 3) миллиамперметр совместно с резисторами R25, R20 и R29 образует вольтметр постоянного напряжения. При проверке исправности внешних цепей индикатором является светодиод V11, включенный последовательно с батареей G1 через резистор R24.

Измерения угла опережения зажигания и частоты вращения коленчатого вала двигателя сводятся к измерению вре-

менных характеристик импульсного напряжения на клеммах прерывателя системы зажигания. Частота появления импульсов прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала и обратно пропорциональна числу цилиндров, а угол поворота вала, при котором прерыватель находится в замкнутом состоянии, прямо пропорционален отношению длительности импульса к периоду его повторения.

При подключении контактов прерывателя к клеммам "К прерывателю" и "0" (четвертое положение S1) импульсное напряжение фильтруется от высокочастотных помех ФНЧ (R1, R2, C1, C2), ограничивается диодным ограничителем (V1-V3) и поступает на вход триггера Шмитта (V4, V5). Длительность выходных импульсов триггера соответствует времени поворота вала двигателя при замкнутых контактах прерывателя, а период повторения их - времени между возникновением искры в каждом цилиндре. Амплитуда импульсов на выходе триггера постоянна, поэтому среднее значение тока на выходе эмиттерного повторителя (V7) прямо пропорционально углу поворота вала, при котором контакты прерывателя замкнуты.

При измерении частоты вращения коленчатого вала четырехцилиндрового двигателя (положение 5 переключателя S1) одновибратор (V8, V9) запускается импульсами с выхода триггера Шмитта через дифференцирующую цепь C3R10, V7R11. Выходные импульсы одновибра-

тора стабильны по амплитуде и длительности, их период повторения обратно пропорционален скорости вращения. Поэтому средний ток через миллиамперметр и резисторы R22, R31 прямо пропорционален числу оборотов в минуту.

Для измерения частоты вращения вала шестицилиндрового двигателя переключатель S1 переводят в положение 6.

Шкала миллиамперметра при всех измерениях линейная и проградуирована в измеряемых величинах: постоянное напряжение - 0... 15 В; угол поворота - 0... 100°; число оборотов - 0... 3000 об/мин.

При наладке прибора на клеммы "К прерывателю" подают переменное напряжение 24 В (можно использовать подходящий понижающий трансформатор, питаемый от сети). Подстроечным резистором R30 устанавливают стрелку миллиамперметра на отметку 45° шкалы углов. Затем резистором R31 в положении 5 переключателя S1 устанавливают стрелку на отметку 1500 для четырехцилиндрового двигателя и 1000 для шестицилиндрового.

Проверку работоспособности конденсаторов, которые подключают к гнездам "С", делают по показаниям миллиамперметра. Если конденсатор исправный, то стрелка прибора сначала отклонится, а потом медленно вернется в исходное положение.

Транзисторы V4, V5, V9, V13 могут быть типов КТ312Б, КТ315Б; V6, V8 - КТ608Б; V10 - МП114; V12 - ГТ403В. Светодиод V11 типа АЛ102А, остальные диоды типа КД521.

## Электронный тахометр для мотоцикла

Простой и надежный тахометр (**рис. 2**) рассчитан на работу с одноцилиндровым двухтактным двигателем с контактной или бесконтактной системой зажигания и позволяет измерять частоту вращения коленчатого вала до 10000 об/мин.

В исходном состоянии транзистор VT1 закрыт, а VT2 открыт. Левая (по схеме) обкладка конденсатора C5 соединена через малое сопротивление открытого транзи-

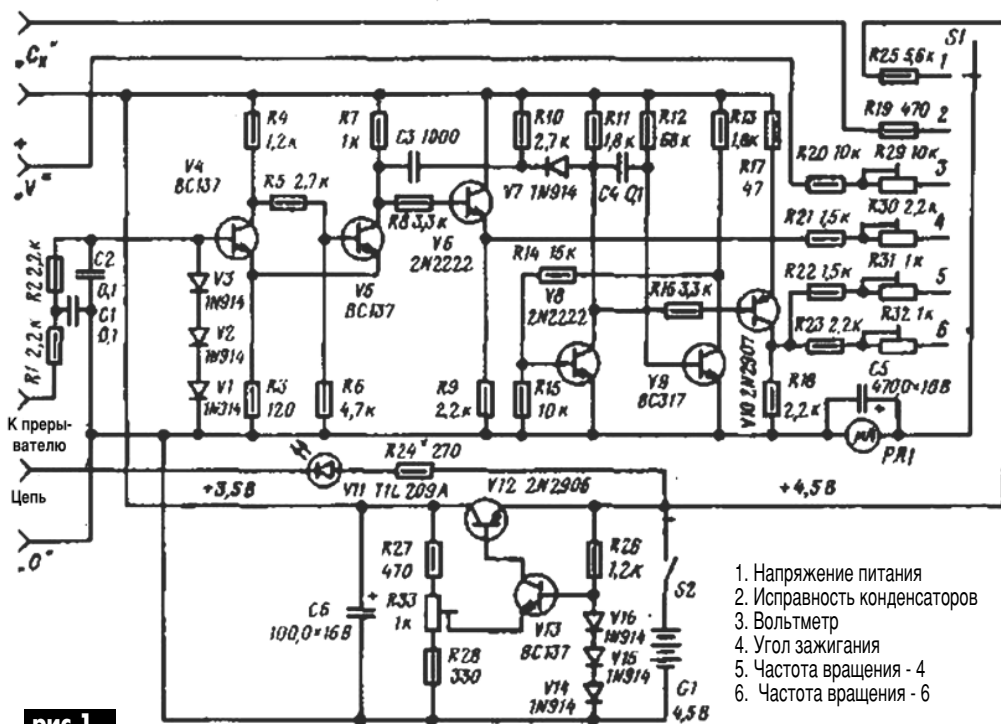


рис. 1

1. Напряжение питания
2. Исправность конденсаторов
3. Вольтметр
4. Угол зажигания
5. Частота вращения - 4
6. Частота вращения - 6

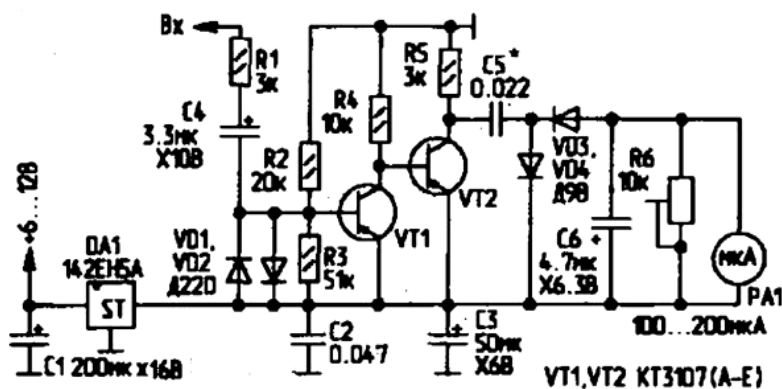


рис.2

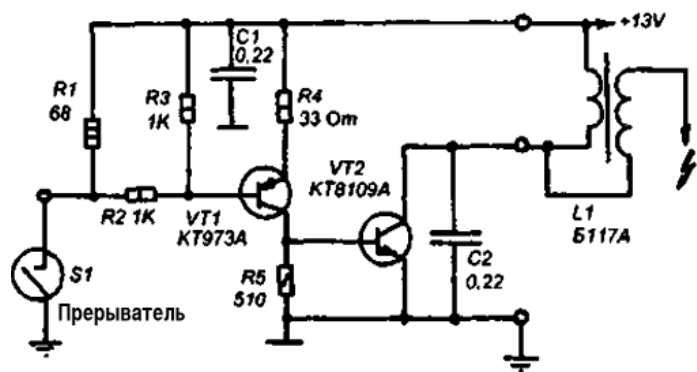


рис.4

стора VT2 с шиной +5 В. Ток через микроамперметр PA1 не идет.

При первом отрицательном полупериоде входного переменного напряжения транзистор VT1 открывается, а VT2 закрывается, и конденсатор C5 быстро заряжается через микроамперметр PA1, диод VD3 и резистор R5.

При положительном полупериоде входного напряжения транзистор VT1 закрывается, а VT2 открывается. Теперь конденсатор C5 разряжается через открытый транзистор VT2 с малым сопротивлением и диод VD4. Затем процесс повторяется.

Подстроечным резистором R6 устанавливают верхнюю границу частоты измеряемого сигнала. Емкость конденсатора C5 подбирают в зависимости от типа двигателя (чем выше частота его оборотов, тем меньше должна быть емкость).

Правильно собранная схема наладки не требует. Следует только резистором R6 установить максимальные показания тахометра, открыв до конца дроссельную заслонку двигателя.

Схема подключения тахометра к электрооборудованию мотоцикла показана на рис.3. Если зажигание контактное, вход тахометра подключают к точке А, если бесконтактное - к точке Б.

**Простой коммутатор зажигания**

Контактная система зажигания автомобиля имеет недостатки. Ток, протека-

ющий через первичную катушку зажигания слишком высок, и в прерывателе возникает искрение, приводящее к оборотанию и оплавлению его контактов, а в зимнее или осеннее-весеннее время добавляется электрохимическая эрозия контактов. Из-за высокого тока, протекающего через контакты прерывателя, длительность искрового разряда невелика (0,3...0,8 мс), и в результате - некачественное поджигание горючей смеси, плохая приемистость двигателя на низких оборотах, повышенный расход топлива, нужна более обогащенная смесь.

Значительно улучшить качество зажигания контактной системы можно, если между прерывателем и катушкой зажигания включить несложный коммутатор, выходной каскад которого выполнен на высоковольтном мощном транзисторе. При этом уменьшится ток через контакты прерывателя и они перестанут оборотать, длительность искрового разряда увеличится примерно в два раза, что приведет к улучшению воспламенения смеси. При выходе из строя коммутатора можно простой перестановкой провода вернуть систему к исходному варианту.

Принципиальная схема коммутатора показана на рис.4 (практически, это упрощенный вариант коммутатора "131.3734" от бесконтактной системы зажигания автомобиля "Волга").



рис.3

При замкнутых контактах прерывателя на базу транзистора VT1 относительно эмиттера поступает отрицательное напряжение, он открывается, на базу мощного транзистора VT2 поступает положительное напряжение, которое открывает его, и на первичную обмотку катушки зажигания L1 поступает ток. При размыкании контактов прерывателя транзистор VT1 закрывается, а в след за ним закрывается и VT2. В катушке, в контуре, состоящем из первичной обмотки и конденсатора C2, возникают колебания, которые наводят импульс высокого напряжения во вторичной обмотке L1, - этот импульс через распределитель поступает на свечу, и происходит искровой разряд, длительность которого в воздухе (от начала емкостной до конца его индуктивной фазы) около 2 мс, что более чем в два раза превосходит длительность искры классической системы зажигания.

Как показывает практика, при слишком низком токе через контакты прерывателя электрический контакт не всегда надежен, и возможны пропуски в работе системы зажигания. Резистор R1 обеспечивает необходимый минимальный ток через контакты.

Транзистор KT973A можно заменить на KT816, а транзистор KT8109A на KT848A.

Коммутатор собирают объемным монтажом в корпусе неисправного коммутатора от бесконтактной системы зажигания автомобилей "Волга" или "УАЗ".

При настройке подбирают сопротивления резисторов R4 (не менее 22 Ом) и R2 (не менее 300 Ом) таким образом, чтобы при подключенной катушке зажигания и замкнутых контактах прерывателя напряжение на коллекторе VT2 было минимальным (не более 1,5 В). При этом ток через катушку будет максимальным.

Увеличить энергию искры можно, если установить катушку зажигания с низкоомными обмотками от автомобиля "ВАЗ-08-099", но при этом нужно воздерживаться от длительного включения зажигания при неработающем двигателе, так как ток через катушку будет высоким, что может повредить выходной транзистор коммутатора.

# Дневник молодого специалиста

(По материалам сайта <http://zhartun.nasmnogo.ru>)

**15 июня.** Первый рабочий день. Рад. Учеба позади. Буду приносить пользу обществу. Сказал об этом новому шефу. Он посмотрел как-то странно.

**16 июня.** Осваиваюсь. Знакомлюсь со сленгом и основными ценностями нового коллектива.

**17 июня.** Учился обслуживать оптику. Тонко-слоистым методом. Это крайне экономичный и многоцелевой прием. Суть - залпом и без закуски выпивается грамм 50 спирта, затем делается энергичный выдох на обрабатываемую поверхность с последующим воздействием мягкой ветошью.

**18 июня.** Появился еще один новичок. Математик. Лохмат, небрит, в глазах жажда деятельности. Вылитый я.

**19 июня.** Проходили базовый ликбез. Экскурсия по основным установкам, одну из которых ввергают нам. Мощные гидроприводы. Нагревательная камера. Говорят, рельсы разрывать можно.

**23 июня.** Действительно, можно. Однако лучше, пользуясь инфракрасными нагревателями, разогревать обеды. Куры в собственном соку тоже получаются ничего.

**Июль.** У соседей новичок. Химик. Причесан, выбрит, но по глазам видно - наш человек. Основные ценности воспринимает правильно и выносливо. Придумал сушить одежду в вакуумной камере. Блеск!

**Август-сентябрь.** Обязанности освоены полностью. Работа выполняется легко и между прочим. Жизнь становится пресной. Скучно.

**5 сентября.** Открыли радиационно-стимулируемый способ добычи спирта. Микроволновое излучение фокусируется на запертый в шкафу сосуд. Пары абсорбируются прибором, установленным в вытяжной вентиляции. За ночь набирается до полулитра.

**6-20 сентября.** Блаженствуем.

**21 сентября.** Облом. Емкость переехала на подоконник. Перенацеливали излучатели. Ждем.

**22 сентября.** Утро. Что за гадость? Кислая, воняет текилой. Обед. Все ясно. Ошибка по углу наведения в пару градусов. В фокусе оказался кактус. Перебродил. Вскипел. Взорвался.

**23 сентября.** Шеф припер к стенке. Букваль-

но. Остатками кактуса. Сдали все. Оказалось, что конструкция антенны, излучателя и состав абсорбента новы и оригинальны. Премия. Химик теперь работает с нами. Однако спирт уже хранится в металлическом шкафу - микроволны не берут...

**24 сентября.** Приходил старичок. Бывший шеф. Имел с нашим приватную (он так думал) беседу. "Послушайте меня, батенька, в нашем случае, химик, физик и математик вместе - это слишком много... Это тройка, семерка, туз - и все - полный абзац, батенька!.." - Тут трость в его руке указала на фундамент, носящий почему-то название здания номер 1. Наш шеф непреклонен. Нас не сдаст. Мы клянемся оправдать доверие.

**Весна.** Выгнали на субботник. Сорвали эксперимент. Они за это ответят. Луг перед корпусом вспахан. Ими. И засеян. Нами. Ждем.

**Начало мая.** Осмотровые площадки вытяжных труб - самое посещаемое место. С высоты 40 метров луг представляет собой цветущую картину. Резко зротического уклона. Рослые травы колышутся на ветру, создавая завлекающую игру пары красоток... Укачивает... Не каждый может спуститься вниз самостоятельно.

**12 мая.** Дошло до начальства. Выговор. Перекапываем луг. Малыши саперными лопатками.

**20 мая.** Получили лазер. Плюс координатный станок к нему. Картон, кожу и жель режет на ура. Сталь не берет.

**25 мая.** Модифицировали лазер. Изменили схему накачки рабочего тела. Ввели капельно-испарительную систему охлаждения. Броневую сталь разрезал с первого прохода. Вместе со станком. Что теперь делать?

**26 мая.** Кроили титановые костяшки для домино. Дышали парами системы охлаждения. Иногда думали.

**27 мая.** Есть решение! Участвуем в программе SETI, будем передавать сигналы в оптическом диапазоне. По замыслу, ночью сервомеханика с оптической системой захватывают объекты заданной светимости, сопровождают их в течении 2-х минут. Одновременно лучом передается кодограмма.

**28 мая.** Все! Включаем!

**29 мая (утро).** В лаборатории, глядя на установку, ждал генерал. Крайне вежливо спро-

сил, мы ли те самые генетически и умственно неполноценные изобретатели. По его мнению, лица, подобные нашим, только таким и могут принадлежать. Сознались. Спросил, сколько проработала наша вещь. По самописцам - 4 часа. Генерал взорвался: - 4 часа! У 2-х спутников оптика на [beep]! И все эти трое [skipped] [skipped] и [skipped]! Если эту [beep] еще раз повернут вверх, я здесь все [skipped] на [beep]!.. Нам страшно. В генерале килограмм 140 когда-то мышц, ему достаточно будет просто сесть... Страшно.

**29 мая (обед).** Отпавляли генерала. Отшел. Подобрел. Сказал, что вероятному противнику хуже. У него проблемы с аппаратурой 5-и или более спутников... Так что установку он забирает, если до вечера не начнется война...

**29 мая (вечер).** Ждали войну. Объясняли генералу задумку. Все понял. Поинтересовался содержанием послания. Дали прочесть. Смутился. Густо покраснел. "Ну... о!.. Ну знаете, <Зеленые глюки> - еще ладно, но <...> - это перебор. И дальше... Тоже перебор..." - Зато смотрит теперь с уважением.

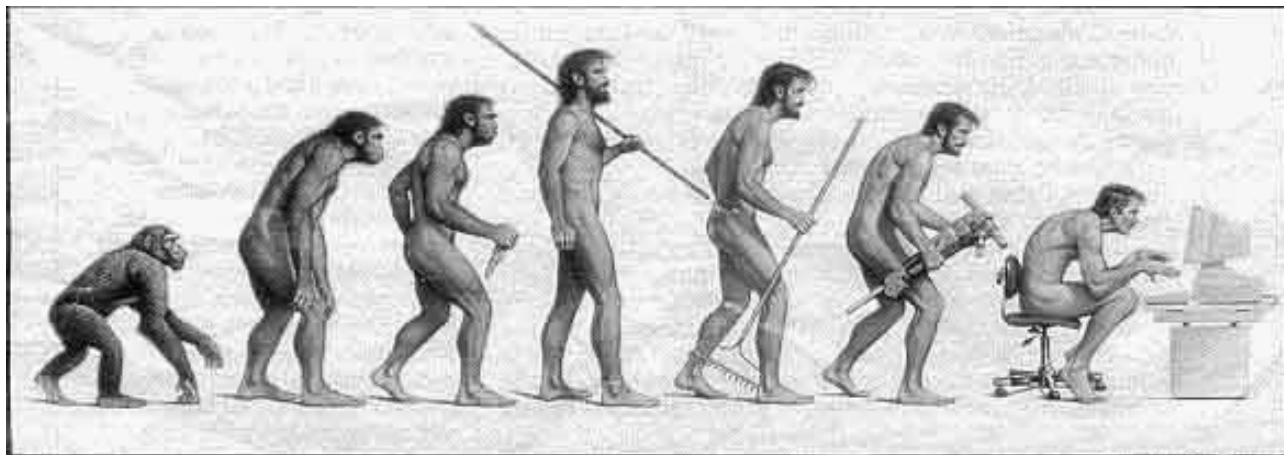
**30 мая.** Шеф отвел нас к огороженному участку 2 на 6 метров. Объяснил, что он лично не поскупится на памятники для всех нас. Хоть бронзовые, даже позолоченные. Если еще раз [skipped], хоть кто-нибудь!.. Клялись. Божились. Обошлось.

**Июнь.** Честно работали.

**25 июня.** У нас новенький. Китаец. Улыбчивый, усидчивый, прилежный. Приспособили его вместо автоматического потенциометра. Температуру держит идеально. Не отвлекается на перекур, прием пищи.

**Июль.** Обучали китайца. Теперь активен, курит. В каждом приборе видит предмет многоцелевого назначения. Не верит в каноны и аксиомы. Уже лохмат, не скван традициями и стереотипами. В общем, почти наш человек. Жаль, что скоро уедет. Трудно ему будет одному.

*(К сожалению, на этом дневник обрывается, возможно когда-нибудь будет найдено продолжение)*



# Интересные устройства из мирового патентного фонда

**Этот выпуск посвящен датчикам разбивания стекла. Как известно, через стекла лежит самый простой путь в квартиру или в автомобиль. Поэтому таким датчикам посвящено большое количество новейших изобретений.**

В патенте США 6351214 (2002 г.) описан **датчик разбивания стекла**. Он представляет собой сложное электронное устройство (рис.1), в котором на стекло устанавливается микрофон 12. Сигнал с микрофона 12 поступает на усилитель 14 с частотной характеристикой, в которой частоты от 1 до 10 кГц подчеркнуты по усилению на 8 дБ по отношению к другим частотам. Сигнал усилителя подается на цифровой сигнальный процессор 10, в состав которого входит аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 16. Цифровые коды АЦП поступают на ряд блоков 18, 20, 22, которые выделяют шумы треска стекла и выдают сигнал тревоги.

Гораздо проще **датчик стекла** в международном патенте РСТ 01/04857 (2001 г.). На поверхность листового стекла 2 (рис.2) наклеивается проводящая прозрачная пленка 3. Стекло с пленкой вставляются в заземленную металлическую раму 5 через изоляционную прокладку 4. Теперь вся конструкция представляет собой конденсатор, обкладками которого является кольцевая рама и

проводящая пленка. Электронный измеритель емкости (на рис.2 не показан) балансируется для данной величины емкости конденсатора. При разбивании стекла величина емкости изменяется, что является основанием для подачи сигнала тревоги.

В патенте Великобритании 2333592 (1999 г.) описано **устройство для проверки целостности круглых стеклянных объектов (бутылок)**. На конвейере 12 (рис.3) находится вращающийся стеклянный объект 10. Этот объект находится в луче направленного источника света 24, причем этот источник расположен так, чтобы создавать вертикальную световую линию на объекте. Приемником света является телевизионная камера 26 с линейным сканированием в том же вертикальном направлении. Поскольку объект вращается, сканированию подвергается вся его поверхность. При обнаружении дефектов объект снимается с конвейера.

**Датчик разбивания стекла** по патенту США 5543783 (1996 г.) несколько напо-

минает первый из описанных патентов. Разница в том, что для повышения чувствительности датчика между стеклом 22 и микрофоном 12 (рис.4) находится сетка-концентратор 18, после которой акустические сигналы сходятся к микрофону 12. Далее сигнал микрофона усиливается в усилителе 14 и поступает на группу фильтров: нижних частот 26, средних частот 28 и верхних частот 30. Сигналы с фильтров анализируются в микропроцессоре 34 и в случае, когда звук похож на разбивание стекла, включается реле сигнала тревоги 42.

**Датчик на герконовом реле** описан в патенте Великобритании 2067804 (1981 г.). К стеклу 3 (рис.5) приклеивается монтажный узел 2, внутри которого находится постоянный магнит 6, причем он также приклеивается к стеклу так, чтобы его связь со стеклом 18 была прочнее, чем связь 19 с узлом 2. К монтажному узлу 2 винтом 8 прикрепляется монтажный узел 1, внутри которого находится геркон 16. При такой компоновке магнит находится рядом с герконом, и геркон вклю-

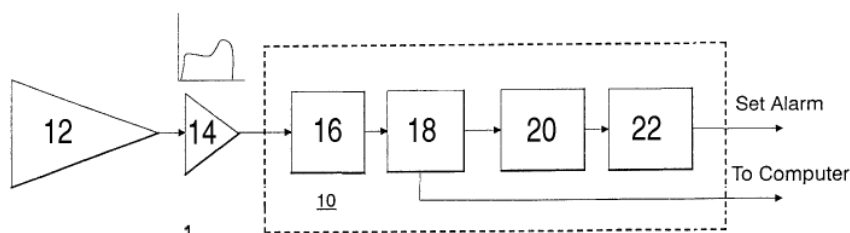


рис.1

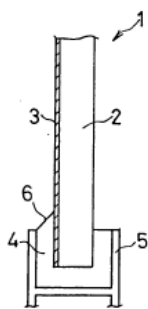


рис.2

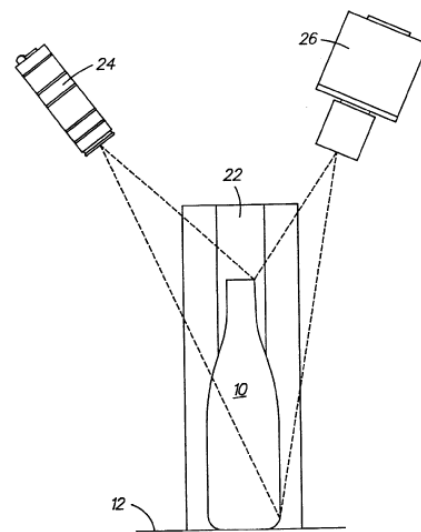


рис.3

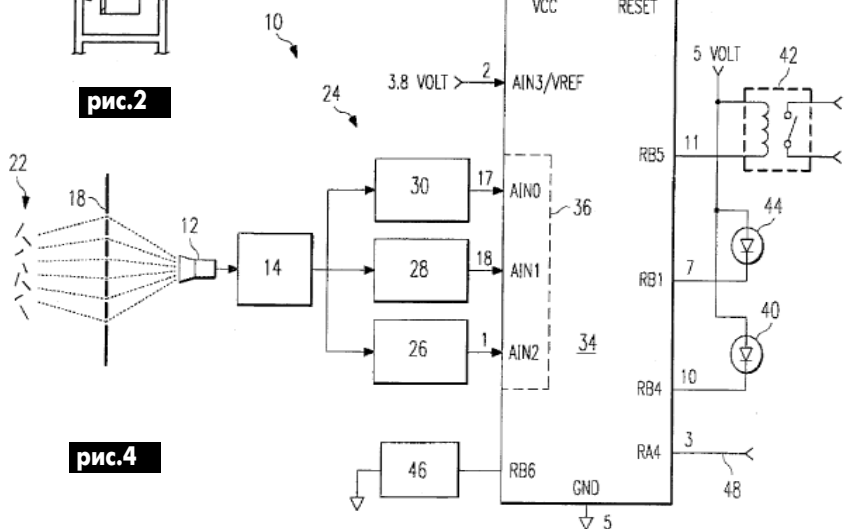


рис.4

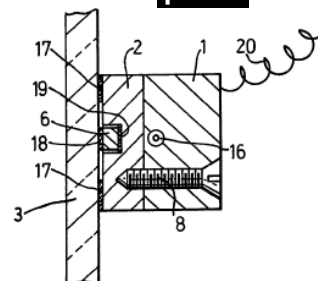


рис.5

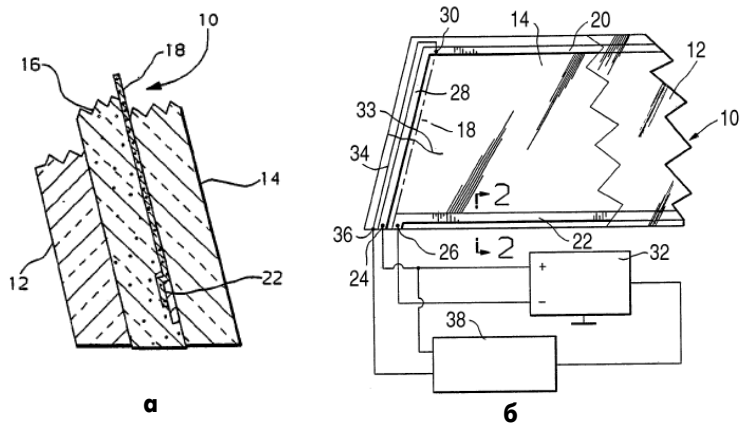


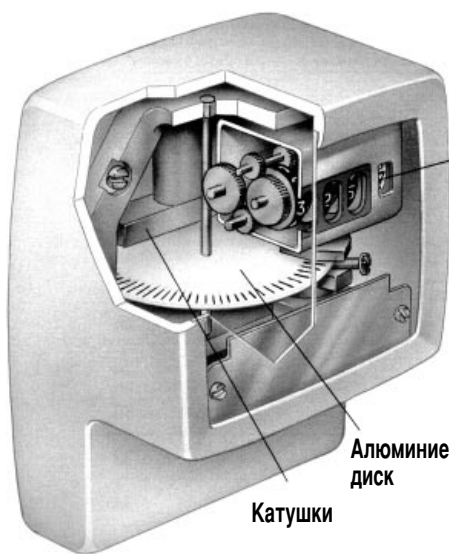
рис.6

чен. При разбивании стекла магнит отрывается вместе с осколками стекла, и геркон размыкается, подавая сигнал тревоги.

В европейском патенте 0328238 (1989 г.) описан датчик разрушения для нагреваемой стеклянной панели. Стеклянная панель (рис.6,а) состоит из внешнего стекла 14, прозрачного проводящего слоя 18, подключенного к шине 22, прозрачного изоляционного слоя 16 и внутреннего стекла 12. Пара шин 20 и 22 (рис.6,б) проходят по противоположным краям стеклянной панели 10 и подключены к источнику питания 32, ток которого проходит по проводящему слою всей стеклянной панели и разогревает ее. Если разбить стеклянную панель, ток источника питания 32 уменьшается, и компаратор напряжения 38, подключенный одним выводом к "+" источника питания, а другим к контрольной точке 30 через провод 34, регистрирует изменение напряжения и выдает сигнал тревоги.

Юным электрикам

# Электрический счетчик



Электрический счетчик - это прибор для учета расхода (потребления) электроэнергии в сетях переменного или постоянного тока. Обычно счетчики подразделяют на однофазные для двухпроводных однофазных цепей и трехфазные для трех- и четырехпроводных трехфазных цепей. Трехфазные счетчики применяют в электроустановках трехфазного тока, а также на вводе установок однофазного тока, к которым подводятся три фазы (в учреждениях, многоквартирных жилых домах). Однофазные счетчики применяют в основном на вводах в индивидуальные дома и в квартиры в многоквартирных домах.

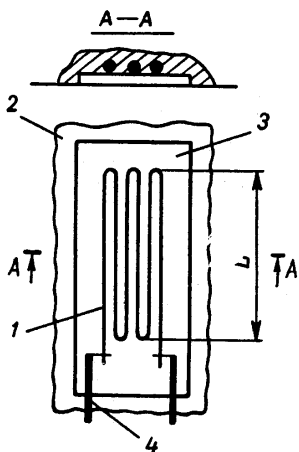
Если в квартире включены электроприборы, то потребляемый ими ток проходит через катушки индуктивности электросчетчика и вращает алюминиевый диск, скорость вращения которого зависит от величины потребляемого тока. Диск через шестеренки соединен с системой циферблатов. Каждый циферблат является разрядом десятичного числа, соответствующего расходу потребляемой электроэнергии обычно в кВт·ч. Через специальные окошечки в стекле счетчика можно снять его текущие показания по расходу электроэнергии.

# ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Тензометрический эффект заключается в изменении электрического сопротивления проводника при его деформации, в частности растяжении. Теоретические предпосылки этого эффекта

были разработаны У. Томсоном (лордом Кельвином) в 1855 г. Но первые тензопреобразователи появились лишь в 1938 г., когда их независимо друг от друга создали американцы Симмонс и Рюдж.

На рисунке показан вид проволочного тензорезистора. Проволочная решетка, представляющая собой ряд петель 1, прикреплена с помощью клея к подложке 3. К концам решетки приварены выводы 4. Тензорезистор приклеивается к исследуемому объекту 2 и становится единым целым с ним. Относительное изменение сопро-



тивления тензорезистора определяется формулой:

$$dR/R = dl(1 + 2m)/l + dp/p,$$

где R - сопротивление тензорезистора (Ом), l - длина проволоки (м), p - удельное сопротивление материала проволоки (Ом·м), m - коэффициент Пуассона для материала проволоки. Основными характеристиками тензорезистора являются его активное сопротивление R, его база L (см. рисунок) и коэффициент тензочувствительности  $K = (dR/R)/(dl/l)$ . Для тензорезисторов используются материалы, имеющие высокое значение K. Эти материалы приведены в таблице.

Разработаны тензорезисторы из полупроводниковых материалов, в частности кремниевые тензорезисторы, имеющие коэффициент тензочувствительности до 120. Еще более высокий ко-



# ЭМИЛИЙ ХРИСТИАНОВИЧ ЛЕНЦ

С именем Ленца связаны фундаментальные открытия в области электродинамики. Кроме того, Ленц по праву считается одним из основоположников российской географии. Эмилий Христианович Ленц родился 24 февраля 1804 г. в г. Дерпте (ныне Тарту) в Эстонии. В 1820 г. он закончил гимназию и поступил в Дерптский университет. Самостоятельную научную деятельность Ленц начал как физик в кругосветной экспедиции на шлюпе "Предприятие" (1823-1826), в состав которой он был включен по рекомендации профессоров университета. Вместе с Е.И. Парротом Ленц создал уникальные устройства для глубоководных исследований: лебедку-глубиномер и батометр. В плавании он провел океанографические наблюдения в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. После плавания Ленц обработал данные измерений и в 1828 г. представил в Академию наук доклад, который получил высокую оценку ученых. Вскоре Ленц был избран одоноктом Академии по физике.

В 1829-30 гг. Ленц занимался геофизическими работами на юге России. В частности, он поднялся на Эльбрус и установил его высоту барометрическим способом. Тем же способом он установил, что уровень Каспийского моря на 30 м ниже, чем Черного. Вел Ленц гравитационные и магнитные наблюдения в Николаевской обсерватории. Еще до возвращения в Петербург в 1830 г. Ленц был избран академиком. Научные результаты экспедиции были опубликованы в 1832 г.

В 1831-36 гг. Ленц занимался изучением электромагнетизма. Незадолго до этого М. Фарадей (статья о нем в ЭД/2000, с.60) установил мнемоническое правило для определения направления наведенного тока (тока индукции). А Ленц открыл закон, который определяет направление наведенного тока. В 1833 г. он сформулировал правило Ленца: наведенный ток всегда имеет такое направление, что его магнитное поле противодействует процессам, вызывающим индукцию.

В 1836 г. Ленц возглавил кафедру физики и физической географии Петербургского университета, а в 1840 г. был избран деканом физико-математического факультета. В 1839 г. Ленц написал учебник по физике для российских гимназий, который выдержал 11 изданий. Среди учеников Ленца были Д.И. Менделеев, К.А. Тимирязев, П.П. Семенов-Тянь-Шанский и многие другие выдающиеся ученые.

В 1842 г. независимо от Д. Джоуля (статья о нем в ЭД/2000, с.31) Ленц открыл закон, в соответствии с которым количество тепла, которое выделяется при прохождении электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени. Этот закон сейчас называется законом Джоуля-Ленца. Вместе с Б.С. Якоби (статья о нем в ЭД/01, с.31) Ленц разработал методику расчета электромагнитов. Изучал зависимость сопротивления металлов от температуры.

В 1845 г. по инициативе ряда выдающихся географов было создано Российское географическое общество и образован Совет общества из 7 человек, в который вошел Э.Х. Ленц. До конца жизни Эмилий Христианович вел в обществе большую работу. В 1851 г. была опубликована книга Ленца "Физическая география", которая неоднократно издавалась, как в России, так и за рубежом. В ней впервые изложены ряд фундаментальных положений, например о том, что главной причиной процессов в атмосфере является солнечная радиация. Были объяснены такие явления, как образование облаков, деятельность ветра, голубой цвет неба и многое другое. Ленц установил, что в Северном Ледовитом океане с глубиной должна нарастать температура воды. Это явление было открыто Ф. Нансеном в экспедиции 1893-96 гг.

В 1863 г. Э.Х. Ленц был избран ректором Петербургского университета. Умер Эмилий Христианович Ленц 10 февраля 1865 г.

## 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 матовые муфты 0,4 - 10 кВТ, концевые заделки, воронки, ролики, припои, наконечники, гильзы. Лента смоляная, ПВХ, х/б, стеклолента. 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.



## ЗАО "Парис" Все для коммуникаций

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

295-17-33

296-25-24

296-54-96

ул.Промышленная,3

Приглашаем к сотрудничеству дилеров

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

Действует система скидок!

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

Table with multiple columns listing technical literature titles, authors, and prices. Categories include electronics, radio, and computer science.

Оформление заказов по системе "книга-почтой"

Организации

Оплата производится по б/н расчету согласно выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо...

Частные лица

Если Вас заинтересовало какое-либо из перечисленных изданий, то Вам необходимо оформить почтовый перевод...

Перевод отправлять по адресу: 03110, Киев-110, а/я 50 Моторному Валерию Владимировичу...

Цены при наличии литературы действительно до 31.10.2002. Срок получения заказа по почте 1-3 недели с момента оплаты

По всем вопросам связанным с разделом книга-почтой просьба обращаться по т. 230-66-62, т/ф 248-91-57, email:val@sea.com.ua