

А.ОДИНЕЦ,  
г.Минск,  
E-mail:  
Electronic\_DesignArt@yahoo.co.uk

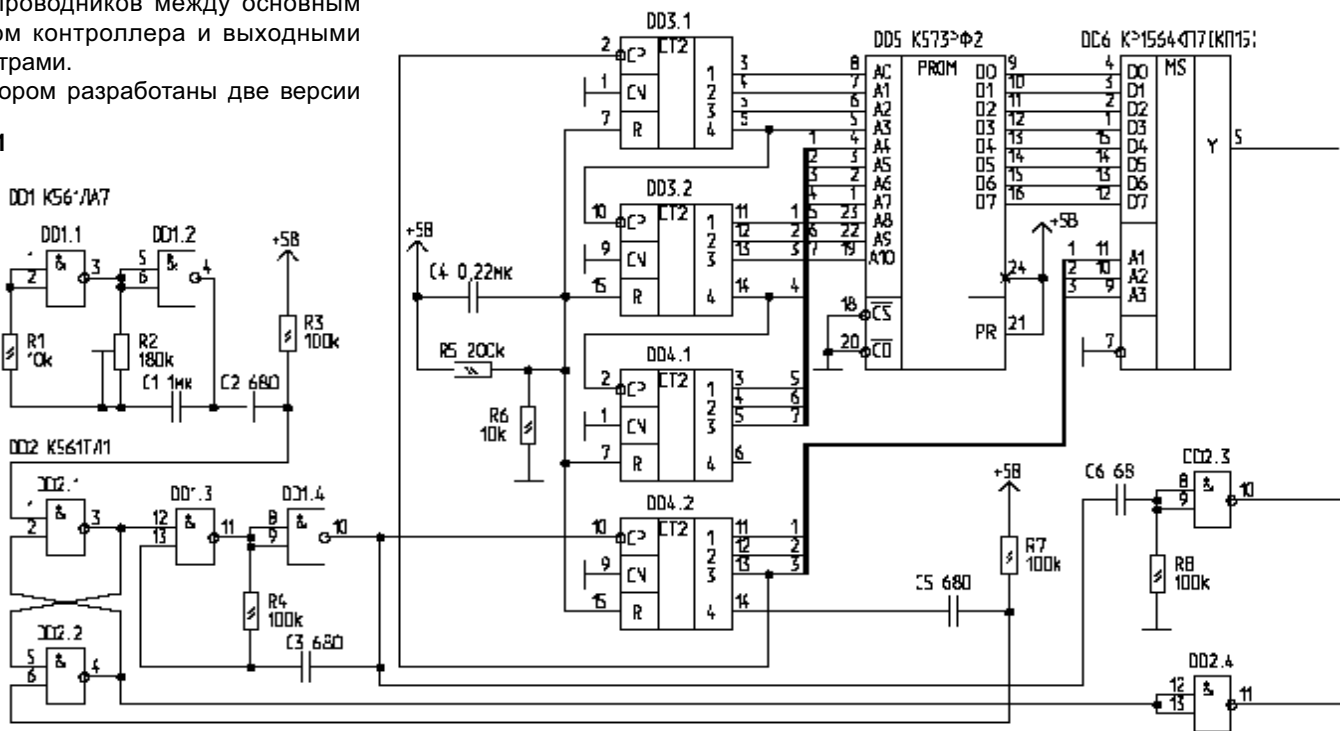
# СДУ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

В светодинамических устройствах (СДУ) подключение каждого светоизлучающего элемента (лампочки или светодиода) к блоку управления (контроллеру) чаще всего требует отдельного сигнального проводника (не считая "общего" провода). С ростом числа таких элементов и гирлянд это приводит к значительному увеличению жгута проводов.

Предлагаю функционально разделить узлы контроллера. Тактовый генератор и узел формирования управляющих сигналов оставить в основном блоке, а управляющие регистры, к выходам которых подключаются светоизлучающие элементы, сделать в виде выносных блоков (по числу гирлянд). Для передачи данных в микросхемы управляющих регистров используется последовательный интерфейс с пятью соединительными проводниками (включая шину питания и общий провод). Такая структура позволяет увеличивать количество лампочек без дополнительных сигнальных проводников между основным блоком контроллера и выходными регистрами.

Автором разработаны две версии

Рис. 1



контроллера СДУ с последовательным интерфейсом на основе ОЗУ статического типа (КР537РУ2) и энергонезависимой памяти ЭСППЗУ типа 28С16. Оба контроллера в своем со-

ставе содержат программаторы, которые позволяют записывать в память и воспроизводить различные последовательности светодинамических комбинаций.

Однако, как показал опыт эксплуатации, функции программатора почти не используются, поскольку необходимость в перезаписи программы возникает редко. Также не обязательно использовать память типа ЭСППЗУ — можно применить и ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием (К573РФ2), а программу записать с помощью обычного программатора. Схема контроллера для работы по программе, зашитой в ПЗУ, получается гораздо проще.

Устройство (рис.1) собрано на распространенных ИМС серий К561, КР1533, КР1564 и позволяет независимо управлять каждым из 16 элементов гирлянды по трем сигнальным линиям D, E, С последовательного ин-

терфейса. С минимальными аппаратными затратами можно увеличивать число элементов. При емкости используемой ИМС К573РФ2 16 Кбит (16384 бита) и длине светодинамической комбинации 16 бит, в ПЗУ можно записать  $N=16384/16=1024$  светодинамических комбинаций. Продолжительность воспроизведения программы, при оптимальной (по мнению автора) частоте 10 Гц составляет  $T=1024/10=102,4$  с (1 минута и 42,4 с).

На элементах DD1.1, DD1.2 выполнен НЧ-генератор прямоугольных импульсов с частотой около 10 Гц. Через дифференцирующую цепочку С2-Р3 отрицательный перепад каждого выходного импульса воздействует на вход (вывод 1) RS-триггера на элементах DD2.1, DD2.2, устанавливая его в единичное состояние. Высокий уровень с прямого выхода этого триггера (вывода 3) DD2.1 разрешает работу ВЧ-генератора на элементах DD1.3, DD1.4, формирующего пачку из 16 импульсов, которые переключают счетчик DD4.2. Кодовые комбинации на выходах счетчика производят опрос адресных входов мульт-

терфейса. С минимальными аппаратными затратами можно увеличивать число элементов. При емкости используемой ИМС К573РФ2 16 Кбит (16384 бита) и длине светодинамической комбинации 16 бит, в ПЗУ можно записать  $N=16384/16=1024$  светодинамических комбинаций. Продолжительность воспроизведения программы, при оптимальной (по мнению автора) частоте 10 Гц составляет  $T=1024/10=102,4$  с (1 минута и 42,4 с).

DD3, DD4 К561ТА1 (К1554КТ7)

типлектора DD6. На его выход в последовательном коде поступает информация с выходов D0...D7 ПЗУ DD5, записанная там по адресам, устанавливаемым на выходах счетчиков DD3.1, DD3.2, DD4.1.

При подаче питающего напряжения счетчики DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2 устанавливаются в нулевое состояние с помощью цепочки C4-R5-R6. RS-триггер может установиться (с равной вероятностью) как в единичное, так и в нулевое состояние. В случае установки его в нулевое состояние (на прямом выходе — "0") работа ВЧ-генератора запрещена, и на его выходе (вывод 10 DD1.4) — "0". Первым отрицательным перепадом с выхода НЧ-генератора RS-триггер устанавливается в единичное состояние и разрешает работу ВЧ-генератора.

Первый положительный перепад с его выхода, после ограничения по длительности дифференцирующей

цепочкой C6-R8, приводит к формированию на выходе (выводе 10) элемента DD2.3 (триггер Шмитта с элементом 2И-НЕ на входе) короткого отрицательного импульса длительностью около 5 мкс.

Поскольку на входах А1...А3 мультиплектора DD6 в начальный момент установлены "0", то на его выход пройдет бит данных с входа D0 (вывод 4). По завершении отрицательного импульса на выходе DD2.3 этот бит записывается в первую ячейку регистра DD7 положительным перепадом на его входе "С" (вывод 12). Так как регистры DD7, DD8 работают в режиме параллельного сдвига информации, синхронно с записью бита данных в первый разряд DD7 произойдет сдвиг содержимого всех разрядов регистров DD7, DD8 в направлении их возрастания (от младших разрядов к старшим).

Одновременно, на инверсном выходе RS-триггера (вывод 4 DD2.2) будет установлен нулевой уровень, который после инвертирования элементом DD2.4 приведет к выключению выходов регистров DD7, DD8 и DD9, DD10 на время загрузки текущей светодиодной комбинации. Это необходимо для предотвращения эффекта мерцания при использовании в качестве светоизлучающих элементов светодиодов (их инерционность очень мала).

Спад первого положительного импульса с выхода ВЧ-генератора на DD1.3, DD1.4 приведет к увеличению состояния счетчика DD4.2 на единицу. Далее каждый положительный перепад с выхода ВЧ-генератора будет приводить к записи в регистр DD7 очередного бита информации с одновременным сдвигом разрядов DD7, DD8 в направлении их возрастания. В это же время происходит переключение входов D0...D7 мультиплектора DD6, благодаря последовательному увеличению кода в счетчике DD4.2. По спаду 8-го положительного импульса ВЧ-генератора на выходе 3 (вывод 13) счетчика DD4.2 формируется отрицательный перепад, т.е. заканчивается положительный импульс на этом выходе счетчика. Этот импульс приводит к увеличению состояния счетчика DD3.1 на единицу и считыванию второго байта (второй серии из 8 бит) информации с выходов D0...D7 ПЗУ DD5.

По спаду 16-го положительного импульса ВЧ-генератора завершится за-

рузка текущей светодиодной комбинации в регистры DD7, DD8. Одновременно, спад 16-го импульса приводит к появлению отрицательного перепада на выходе 4 (вывод 14) счетчика DD4.2 и установке RS-триггера в нулевое состояние. На его прямом выходе — "0", который запрещает работу ВЧ-генератора. Высокий уровень с инверсного выхода RS-триггера после инвертирования элементом DD2.4 переключает выходы регистров в активное состояние, и текущая светодиодная комбинация высвечивается на светодиодах до момента спада очередного импульса положительной полярности на выходе НЧ-генератора DD1.1, DD1.2.

В результате многократного повторения описанного процесса происходит последовательное воспроизведение светодиодных комбинаций (длиной 16 бит каждая), записанных в ПЗУ по двум последовательным адресам. Поскольку время загрузки светодиодных комбинаций в регистры достаточно мало (1,6 мс при частоте ВЧ-генератора 10 кГц), смена комбинаций происходит визуально незаметно, а переключение в это время выходов регистров в третье состояние, как отмечалось ранее, полностью исключает мерцание светодиодов.

**Конструкция и детали.** Устройство собрано на печатной плате размерами 105x60 мм из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (рис.2). Соединения, показанные штриховой линией, выполняются тонким многожильным проводом в изоляции.

В устройстве использованы резисторы типа МЛТ-0,125; конденсаторы C1...C6 — К10-17; C7, C8 — К50-3. Светодиоды —  $\varnothing$  5 мм красного и зеленого цветов размещены в чередующейся последовательности. Возможны, конечно, и другие варианты гирлянды. Для управления лампами накаливания устройство необходимо дополнить ключевыми транзисторами. Для защиты от неправильного подключения источника питания введен защитный диод VD1 средней мощности типа КД209. Этот диод также разделяет цепи питания светодиодов и микросхем контроллера.

ИМС выходных регистров, управляющих гирляндами, подключаются к основной плате устройства витыми парами проводов. Один провод —

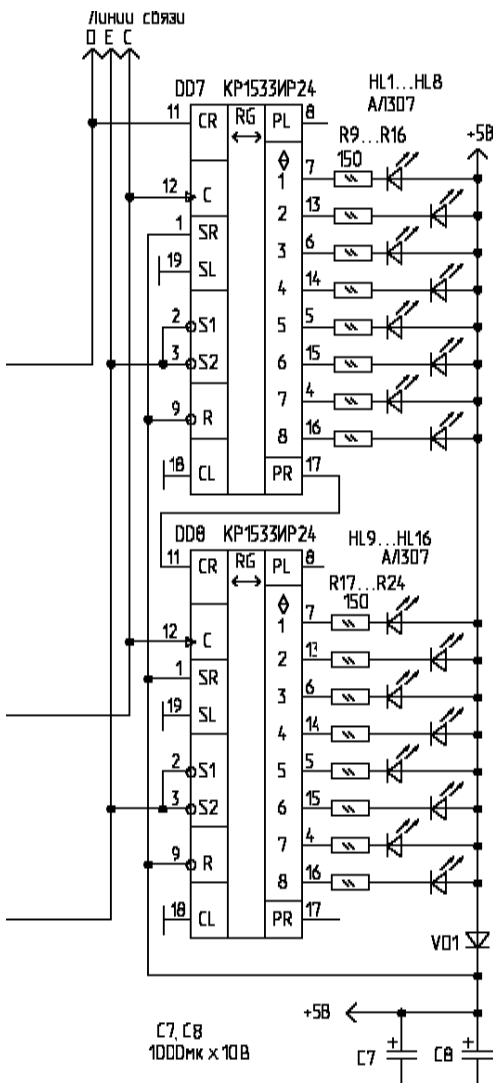


Рис. 2

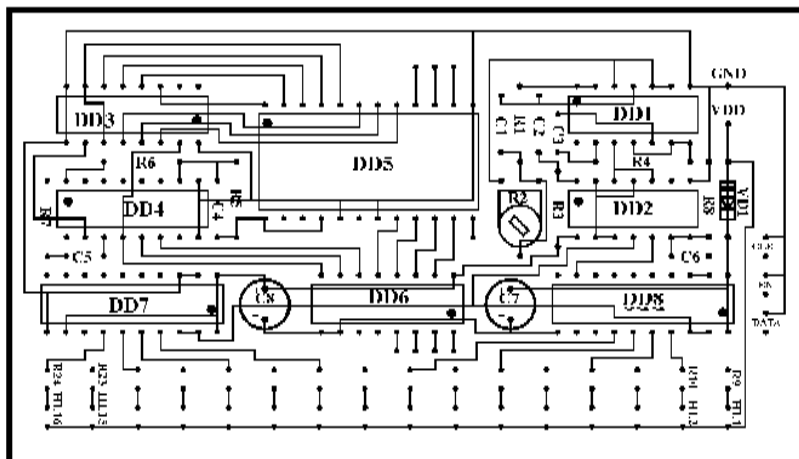


Табл. 1

Код			
Двоичный	Шестнадцатеричный	Двоичный	Шестнадцатеричный
0000 0000	00	0000 0000	00
0000 0001	01	0001 0000	10
0000 0010	02	0010 0000	20
0000 0011	03	0011 0000	30
0000 0100	04	0100 0000	40
0000 0101	05	0101 0000	50
0000 0110	06	0110 0000	60
0000 0111	07	0111 0000	70
0000 1000	08	1000 0000	80
0000 1001	09	1001 0000	90
0000 1010	0A	1010 0000	A0
0000 1011	0B	1011 0000	B0
0000 1100	0C	1100 0000	C0
0000 1101	0D	1101 0000	D0
0000 1110	0E	1110 0000	E0
0000 1111	0F	1111 0000	F0

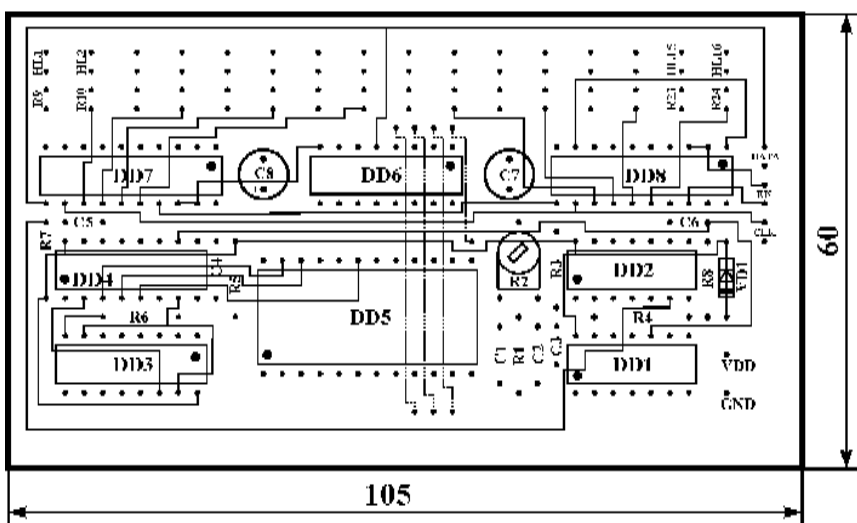


Табл. 2

Адрес ячейки РПЗУ: "А10-А0"	Код на выходах D0...07	
	Двоичный	Шестнадцатеричный
000000 00000	1111 1111	FF
000000 00001	0111 1111	7F
000000 00010	1111 1111	FF
000000 00011	1011 1111	BF
000000 00100	1111 1111	FF
000000 00101	1101 1111	DF
000000 00110	1111 1111	FF
000000 00111	1110 1111	EF
000000 01000	1111 1111	FF
000000 01001	1111 0111	F7
000000 01010	1111 1111	FF
000000 01011	1111 1011	FB
000000 01100	1111 1111	FF
000000 01101	1111 1101	FD
000000 01110	1111 1111	FF
000000 01111	1111 1110	FE
000000 10000	0111 1111	7F
000000 10001	1111 1111	FF
000000 10010	1011 1111	BF
000000 10011	1111 1111	FF
000000 10100	1101 1111	DF
000000 10101	1111 1111	FF
000000 10110	1110 1111	EF
000000 10111	1111 1111	FF
000000 11000	1111 0111	F7
000000 11001	1111 1111	FF
000000 11010	1111 1011	FB
000000 11011	1111 1111	FF
000000 11100	1111 1101	FD
000000 11101	1111 1111	FF
000000 11110	1111 1110	FE
000000 11111	1111 1111	FF

сигнальный, другой в паре — общий. При значительной длине соединительной линии сигнальные проводники необходимо выполнить экранированным кабелем.

Как отмечалось выше, устройство обладает большой гибкостью в выборе элементной базы. На месте DD1 K561ЛА7 может работать K561ТЛ1 (но не наоборот). DD2 можно заменить на КР1561ТЛ1. Счетчики DD3, DD4 заменимы на полный функциональный аналог КР1554ИЕ23 (74АС4520N), и, с учетом коррекции схемы включения, на КР1533ИЕ19 (74НС393). Мультиплексор DD6 КР1564КП7 (74НС151) полностью совместим для данного применения с КР1564КП15 (74НС251). Возможно даже применение ИМС структуры ТТЛШ — КР1533КП7 (КР1533КП15), но ее работа гарантируется только при использовании в качестве старшего адресного счетчика DD4 КР1554ИЕ23, выходы которой имеют повышенную нагрузочную способность.

ИМС DD7, DD8 типа КР1533ИР24 можно заменить на 74НС299 (более экономичный вариант). Поскольку микросхемы серии КР1554 (74АСхх) очень чувствительны к импульсным помехам, то имеющийся в этой серии регистр КР1554ИР24 (74АС299) применять не рекомендуется.

Устройство питается от стабилизированного источника постоянного тока напряжением 5 В. Потребляемый ток не превышает 200 мА (при одновременном свечении всех светодиодов). При использовании регистров КР1533ИР24 и мультиплексора КР1533КП15 потребляемый ток не превышает 260 мА.

Частоту переключения светодиодных комбинаций можно изменять подстройкой резистора R2, а скорость загрузки комбинаций — подбором элементов C3, R4. Необходимости в последней регулировке обычно не возникает. Устройство, собранное из исправных элементов и без ошибок, работает сразу при включении.

Подготовка к работе состоит в занесении с помощью программатора в ПЗУ желаемых светодиодных комбинаций.

Код программы, ввиду своей объемности, не публикуется. Его можно заказать у автора по элект-

ронной почте или, без особого труда, составить самостоятельно, используя табл.1. Учитывая, что длина светодинамической комбинации составляет 16 бит, каждой комбинации соответствуют два байта информации в 16-ричном коде.

Из табл.1 видно, что одновременному включению всех светодиодов соответствуют две двоичные комбинации "00000000" (16-ричные "00"), записанные по двум последовательным адресам ПЗУ. Соответственно, одновременному выключению всех светодиодов отвечают две комбинации "11111111" ("FF"). Для примера, в табл.2 привожу фрагмент кода, соответствующий эффекту "бегущий огонь":

Таким образом, последователь-

ность, соответствующая эффекту "Бегущий огонь", в 16-ричном коде будет выглядеть следующим образом:

```
FF 7F FF BF FF DF FF EF
FF F7 FF FB FF FD FF FE
7F FF BF FF DF FF EF FF
F7 FF FB FF FD FF FE FF.
```

Если подобная процедура написания кода кому-то покажется слишком трудоемкой, можно использовать программатор. Его подробное описание и рисунок печатной платы также можно заказать у автора по электронной почте.

Как упоминалось ранее, в устройстве заложена возможность увеличения количества элементов. Поэтому его можно использовать как для управления достаточно большим количеством элементов (к примеру,

светоинформационным табло, состоящим из 1024 ламп накаливания), так и небольшой светодиодной елочной гирляндой (в авторском варианте). Для этого достаточно установить требуемое количество выходных регистров и, соответственно, изменить количество тактов цикла считывания.

*Внимание! Данная разработка защищена "Законом об авторском праве"! Серийное изготовление устройства, применение схмотехнических решений или алгоритма передачи данных посредством последовательного интерфейса, рассмотренного в данной статье, в составе вновь разрабатываемых коммерческих устройств возможны только с письменного разрешения автора.*

А.ПАВЛОВ,

г.С.-Петербург,

E-mail: pavlov@lmail.loniis.ru

## “ЭЛЕКТРОННЫЙ ДВОРЕЦКИЙ” ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

Для нормальной работы холодильника следует держать его дверцы открытыми как можно меньше. Поэтому во многих современных холодильниках устанавливается устройство индикации открытой дверцы, которое, если холодильник открыт более 10...15 с, начинает подавать звуковой сигнал. В холодильниках, изготовленных раньше, как правило, такого устройства нет. О конструкции "электронного дворецкого", которое звуковым прерывистым сигналом напоминает о необходимости закрыть холодильник, рассказывается в этой статье.

Схема устройства звуковой индикации приведена на рис.1. Работает устройство так. При открывании двер-

цы холодильника замыкаются контакты кнопки, подающей переменное напряжение 220 В на лампу освещения. К этим же контактам подключается и "электронный дворецкий". В нем применен бестрансформаторный источник питания с емкостным балластом С1. Пониженное переменное напряжение выпрямляется диодами VD1 и VD2. Конденсатор С2 устраняет пульсации, а стабилитрон VD3 защищает электронные компоненты схемы от скачков напряжения, а также стабилизирует напряжение на уровне 13 В. Бестрансформаторный источник питания для таких устройств предпочтительнее, так как он не боится коротких замыканий. При коротких замыканиях ток в нагрузке ограничивается

относительно небольшим значением, так что опасность самовозгорания сводится к минимуму. Пожарная безопасность для круглосуточно работающего без надзора устройства является самым главным требованием. Да и габариты источника питания с гасящим конденсатором значительно меньше, чем у трансформаторного.

Напряжение питания 13 В подается на микросхемы DD1 и DD2. В качестве DD1 используется КР1064ПП1. Это микросхема тонального вызова для телефонных аппаратов, которая может работать непосредственно на пьезокерамический излучатель. Напряжение включения ИМС находится в пределах 12,1...13,1 В, напря-

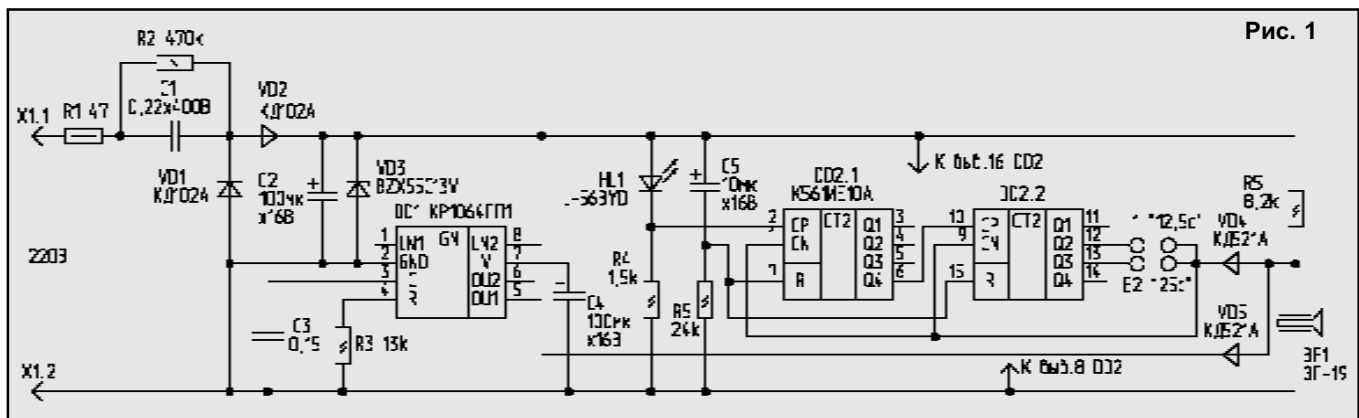


Рис. 1