

Светодинамическое устройство “Бегущий огонь”: автоматический режим

Александр Одинец,

г. Минск

E-mail: A_Odinets@yahoo.co.uk

<http://dynamic-lights.narod.ru>

Аннотация

Светодинамические устройства (СДУ) находят широкое применение для эстетического оформления баров, дискотек, казино, праздничной иллюминации, в автомобильной электронике (для управления сигналами габаритными огнями), а также для организации световой рекламы. Одним из самых распространенных эффектов является “Бегущий огонь”. В предлагаемой статье рассматривается модернизированный вариант СДУ, базовая версия которого, с ручной установкой режима работы, была опубликована в [1]. В усовершенствованном варианте СДУ реализовано автоматическое воспроизведение трех режимов, последовательно сменяющих друг друга: двунаправленного переключения светодиодов, направления “назад” и направления “вперед”. В каждом режиме происходит три повторения.

Описание работы

Схема электрическая принципиальная устройства представлена на **рис. 1**. На элементах DD1.1...DD1.3 собран генератор прямоугольных импульсов с частотой около 10 Гц. Буферный элемент DD1.4 предназначен для увеличения крутизны фронтов выходных импульсов. Счетчики DD2 и DD3 служат для подсчета числа повторений переключения светодиодов в режимах “сложения” и “вычитания” реверсивного счетчика DD8. Для дальнейшего рассмотрения работы устройства будем считать режим “сложения” реверсивного счетчика DD8 соответствующим направлению переключения светодиодов в условном направлении “вперед”, а режим “вычитания” – в направле-

нии “назад”. На элементах DD4.1, DD4.2, DD4.3 собрана схема сброса, формирующая короткий положительный импульс (на выходе DD4.3) при достижении любым из счетчиков DD2 или DD3 третьего состояния (на выходах “1” и “2” уровни “единиц”). Счетчик DD6 совместно с элементами DD7.1 и DD7.2 и RS-триггером, собранным на элементах DD5.1 и DD5.2, определяет текущее направление переключения “бегущего огня”.

Начальный режим работы схемы при включении питания определяется состоянием элементов памяти: счетчиков DD2, DD3, DD6 и RS-триггера DD5.1-DD5.2. Вообще говоря, исходное состояние элементов памяти определяется случайным образом. Но, поскольку устройство работает по замкнутому циклу, через определенное количество тактов счетчики DD2, DD3, DD6 и RS-триггер DD5.1-DD5.2 установятся в нулевое состояние. Условимся считать “нулевым” состоянием RS-триггера появление на выходе элемента DD5.1 (вывод 3) уровня “нуля”, а на выходе элемента DD5.2 (вывод 6) – уровня “единицы”. При указанных условиях устанавливается режим двунаправленного переключения светодиодов с начальным движением “огня” в условно выбранном направлении “назад”. В таком случае импульсы генератора “проходят” через элемент DD5.4 (поскольку на выходе DD5.2 – уровень “единицы”) и поступают на вход вычитания “–” (вывод 4) реверсивного счетчика DD8. На выходах “0”...“3” последнего формируется последовательность двоичных комбинаций, которые декодируются дешифратором DD9 и отображаются на линейке светодиодов HL1...HL16.

Будем рассматривать процесс переключения светодиодов, начиная с “пятнадцатого” состояния реверсивного счетчика DD8 (на его выходах исходная комбинация – “1111”). Тогда импульс переноса сформируется на выходе “–CR” этого счетчика синхронно с отрицательным перепадом шестнадцатого счетного импульса, который поступит на его вход вычитания “–” (вывод 4). В такой ситуации завершение шестнадцатого отрицательного импульса на входе вычитания “–” (вывод 4) должно было бы привести (положительным перепадом) к переключению реверсивного счетчика DD8 из “нулевого” в “пятнадцатое” состояние и зажиганию соответствующего светодиода HL16, но этого не происходит и направление переключения светодиодов изменяется на противоположное.

Как было отмечено ранее, счетчик DD6 и RS-триггер DD5.1-DD5.2 находятся изначально в нулевых состояниях. Они определяют режим работы устройства как двунаправленный, а текущее направление переключения – в условном направлении “назад”. Уровень логической “единицы” с выхода элемента DD5.2 (вывод 6), приходя на второй вход этого элемента с выходом буферного элемента DD1.4, приводит к формированию на входе отрицательного счета “–” счетчика DD8 уровня “нуля”. Если перед этим DD8 находился в “нулевом” состоянии, то, почти синхронно с отрицательным перепадом счетного импульса на его входе отрицательного счета “–”, на выходе “–CR” также сформируется отрицательный перепад. Теперь уровень

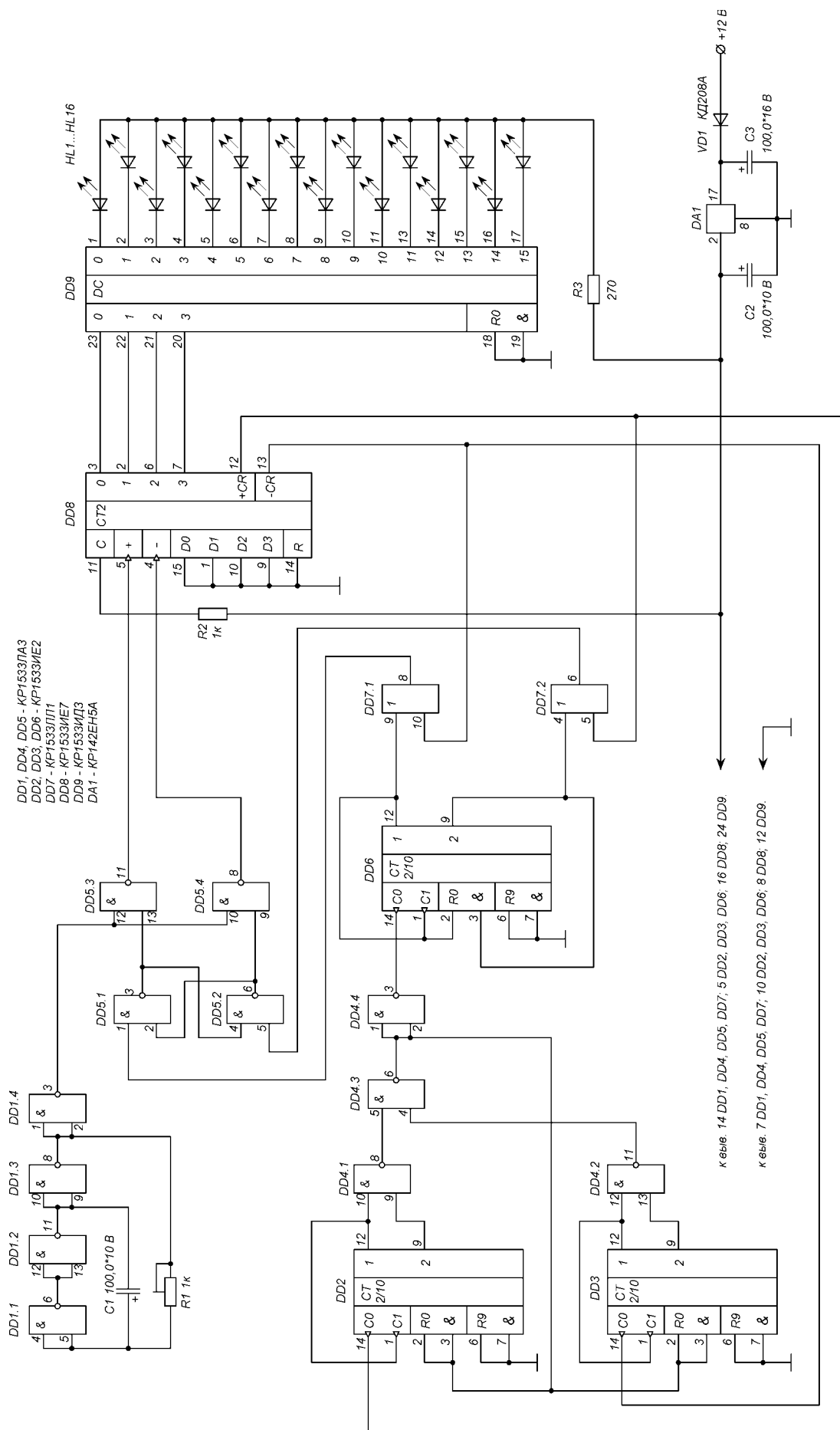


Рис. 1

“нуля” с выхода “-CR”, проходя через элемент DD7.1, приводит к установке RS-триггера (DD5.1-DD5.2) в “единичное” состояние. На выходе элемента DD5.1 формируется “единица”, а на выходе DD5.2 – уровень “нуля”. Отрицательный перепад с выхода последнего приводит к появлению на выходе элемента DD5.4 уровня “единицы”, и, соответственно, к завершению (с учетом задержки распространения сигнала) отрицательного импульса на выходе “-CR” счетчика DD8. Уровень “единицы”, формирующийся на выходе элемента DD5.1 (вывод 3) приходит на вход элемента DD5.3 и в сочетании с “единицей”, приходящей на второй вход этого элемента (вывод 12) с выхода буферного элемента DD1.4 приводит к появлению уровня нуля, но уже на “суммирующем” входе (вывод 5) реверсивного счетчика DD8. Далее отрицательный перепад с выхода буферного элемента DD1.4, приходящий на вход элемента DD5.3 (вывод 12), приводит к появлению на “суммирующем” счетном входе “+” (вывод 5) счетчика DD8 положительного перепада и его переключению из “нулевого” состояния в “первое”. Соответственно, вместо HL1 загорается HL2. Таким образом, происходит смена направления переключения на противоположное.

В режиме двунаправленного переключения устройство будет работать до появления третьего отрицательного импульса на выходе переноса “+CR” счетчика DD8. Этот импульс своим отрицательным перепадом устанавливает счетчик DD2 в “третье” состояние, что приводит к срабатыванию схемы сброса (элементы DD4.1 и DD4.3). Уровни логических “единиц” с выходов “1” и “2” счетчика DD2 (выводы 12 и 9) приводят к появлению уровня “нуля” на выходе DD4.1 и короткого положительного импульса на выходе DD4.3, длительность которого равна сумме времен задержек распространения сигнала счетчика DD2 и элементов DD4.1 и DD4.3. В результате счетчик DD2, а вместе с ним и DD3, обнуляются, а на выходе элемента

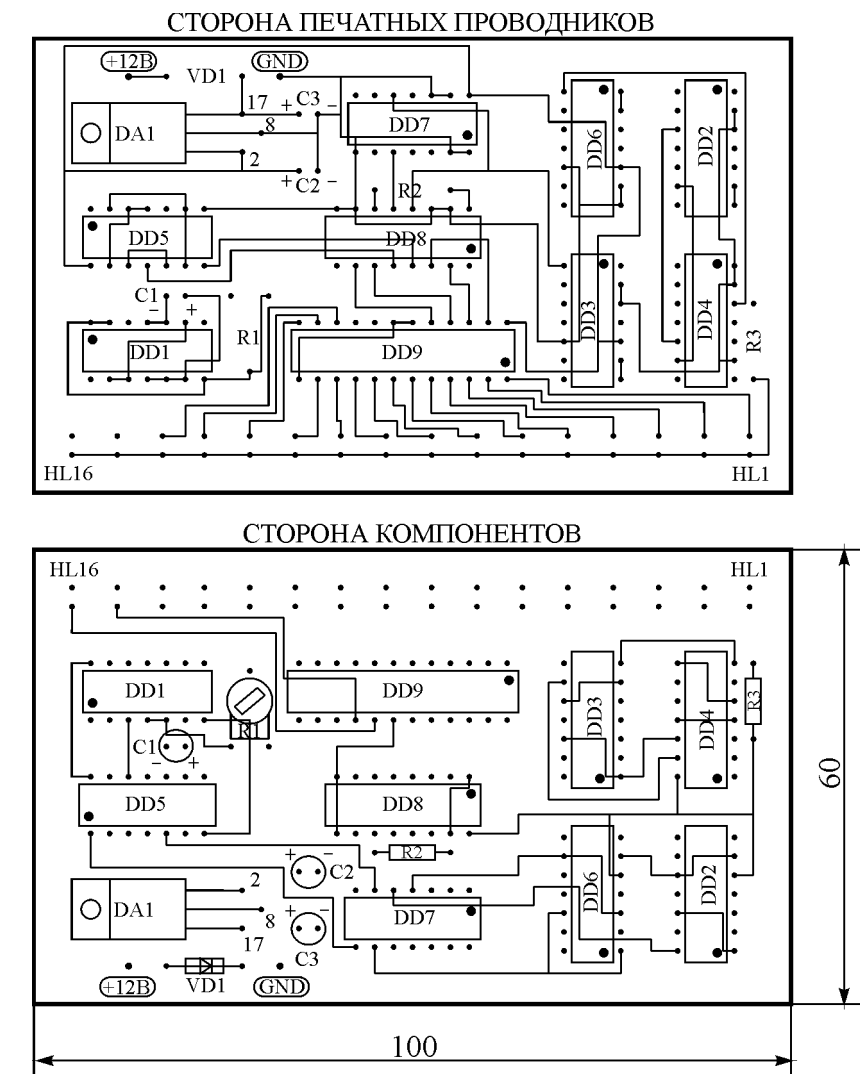


Рис. 2

DD4.4 формируется короткий отрицательный импульс, который устанавливает счетчик DD6 в “первое” состояние. Тем самым устройство переходит в режим однонаправленного “обратного” переключения светодиодов.

В этом режиме прохождение импульсов переноса через элемент DD7.1 запрещено (уровнем “единицы” с выхода “1” счетчика DD6), а через DD7.2, – по-прежнему разрешено. Поскольку, непосредственно перед этим, RS-триггер был установлен в “нулевое” состояние отрицательным импульсом с выхода переноса “+CR” счетчика DD8, уровень логической “единицы” с выхода элемента DD5.2 (вывод 6) разрешит прохождение счетных импульсов через элемент DD5.4 на вычитающий вход “-” счетчика DD8. В

этом режиме устройство будет работать до момента установки счетчика DD3 в “третье” состояние соответствующим отрицательным импульсом с выхода переноса “-CR” счетчика DD8. При этом уровни “единиц” с выходов счетчика DD3 приведут к срабатыванию схемы сброса (DD4.2, DD4.3), обнулению счетчика DD3 и установке DD6 во “второе” состояние.

Теперь режим работы устройства определяется как однонаправленное переключение светодиодов в условном направлении “вперед”. Поскольку счетчик DD6 переключается во “второе” состояние раньше, чем заканчивается отрицательный импульс на выходе переноса “-CR” счетчика DD8, на выходе элемента DD7.1 формируется короткий отрицательный импульс, который

устанавливает RS-триггер в “единичное” состояние, уровень “единицы” с выхода элемента DD5.1 которого разрешает прохождение счетных импульсов на суммирующий вход “+” счетчика DD8. Этот режим сохранится до момента установки счетчика DD2 в “третье” состояние и последующего обнуления счетчика DD6. Далее цикл работы устройства полностью повторяется.

Конструкция и детали

Устройство собрано на печатной плате (рис. 2) из двухстороннего стеклотекстолита толщиной 1,2 мм размерами 60x100 мм. В устройстве применены постоянные резисторы типа МЛТ-0,125, переменный – СПЗ-19, электролитические конденсаторы – К50-35. Линейка составлена из светодиодов трех цветов диаметром 5 мм, размещенных в чередующейся последовательности: красного, зеленого и желтого. Возможны, конечно же, и другие варианты. Изменить яркость свечения можно подбором резистора R3. Следует лишь помнить о максимальной нагрузочной способности дешифратора DD9. Для использования в гирлянде более мощных световых элементов (ламп накали-

вания) необходимо использовать транзисторные ключи.

Все микросхемы серии КР1533 непосредственно заменимы на их аналоги серий К155, К555 и др. Исключение составляет КР1533ИД3. Принимая решение о замене микросхем, следует помнить, что среднее время задержки распространения сигнала для серий К155, К555 значительно больше, чем серии КР1533. Поэтому, во избежание сбоев в работе устройства или даже полной его неработоспособности при сочетании микросхем разных серий, рекомендуется предварительно распаять панельки на плате устройства, а затем подбирать микросхемы.

Счетчики КР1533ИЕ2 заменимы на КР1533ИЕ5. На месте DD1, DD4, DD5 – КР1533ЛА3 могут работать КР1533ТЛ3. На месте реверсивного счетчика DD8 (КР1533ИЕ7) и дешифратора DD9 (КР1533ИД3) могут работать их полнофункциональные аналоги КМОП-структуры КР1564ИЕ7 (74НС193) и КР1564ИД3 (74НС154), соответственно. Вместо двух счетчиков КР1533ИЕ2 возможно (с изменением рисунка печатной платы) применение одной микросхемы КР1533ИЕ19, в состав которой входят два двоичных счетчика.

Устройство можно питать от батареи напряжением 4,5 В. При этом стабилизатор DA1 и защитный диод VD1 необходимо исключить. В налаживании устройство не нуждается. Собранное из исправных деталей, оно начинает работать сразу при включении. Скорость переключения светодиодов можно изменять подстроечным резистором R1. Все материалы данной статьи, включая рисунок печатной платы, выполненный в формате “CORELDRAW 11.0”, а также программа, иллюстрирующая работу устройства, доступны на сайте автора по ссылке:

<http://dynamic-lights.narod.ru/RunnLights.rar>

По всем вопросам, связанным с работой устройства, можно получить консультацию, отправив запрос на адрес электронной почты автора, приведенный в начале статьи.



Литература

1. “Светодинамическое устройство “Бегущий огонь”. — “Радиолобитель”, 1995 г., №7, стр. 18.
2. http://www.radioliga.com/RL_1995/r17_95.htm
3. http://dynamic-lights.narod.ru/RL_Article_07_1995.rar
4. <http://dynamic-lights.narod.ru/RunnLightsCMOS.rar>