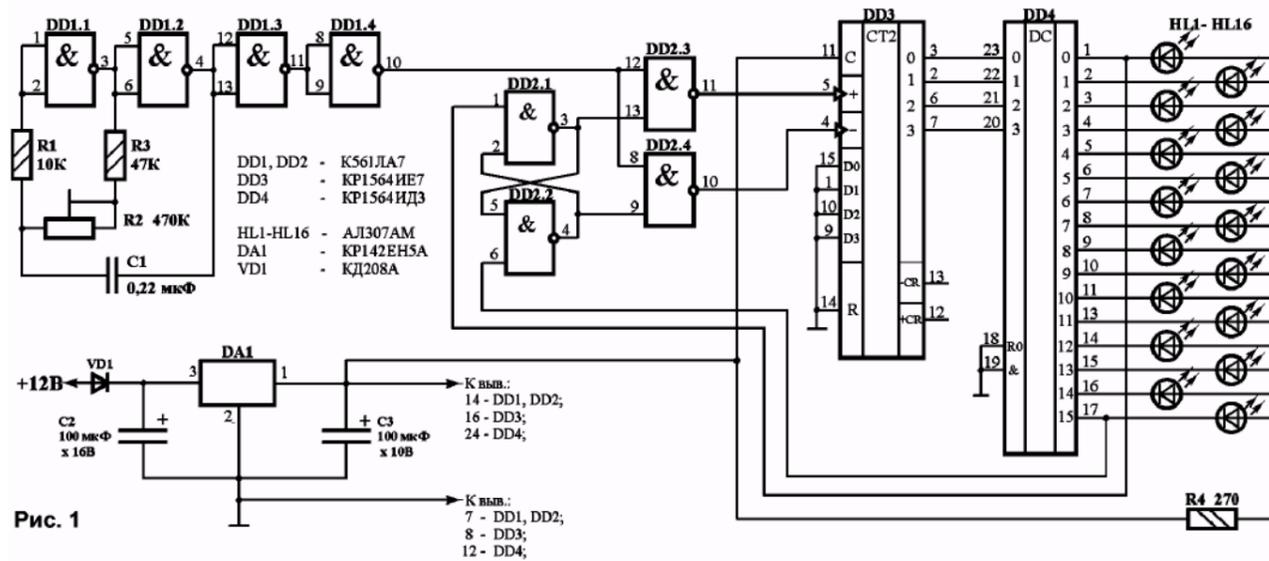


А.ОДИНЕЦ,
г.Минск.
E-mail: A_Odinets@tut.by

“БЕГУЩИЕ ОГНИ” НА КМОП-МИКРОСХЕМАХ



Светодинамические устройства (СДУ) позволяют "оживить" и украсить как новогоднюю елку, так и системный блок компьютера, музыкальный центр, автомобиль и пр. Предлагаю три простые конструкции СДУ, реализующие эффект "Бегущие огни", построенные на распространенных микросхемах стандартной логики серий К561 и КР1564. Базовая версия устройств с кнопочным заданием режима работы опубликована в [1].

Схема первого варианта устройства с чередующимся двунаправленным переключением "бегущих огней" представлена на рис.1. На элементах DD1.1, DD1.2 собран генератор прямоугольных импульсов с частотой следования около 10 Гц. Частоту можно изменять подстроечным резистором R2. Последовательно с ним включен резистор R3, ограничивающий верхнюю границу частотного диапазона генератора на уровне 100 Гц. Поскольку амплитуда напряжения на левой (по схеме) обкладке конденсатора C1 достигает удвоенного значения напряжения источника питания, в устройство введен резистор R1. Он предназначен для ограничения импульсного тока через внутренние защитные диоды элемента DD1.1 на уровне 1 мА, что необходимо для предотвращения выхода из строя микросхемы DD1 при длительной эксплуатации. Буферные элементы DD1.3, DD1.4 предназначены для увеличе-

ния крутизны импульсов генератора. Рассмотрим работу устройства, считая, что в момент включения питания RS-триггер на элементах DD2.1, DD2.2 установлен в единичное состояние, и на выходе (выводе 3) элемента DD2.1 — уровень логи-

ческой "1". При этом импульсы проходят через элемент DD2.3 на суммирующий вход (вывод 5) реверсивного счетчика DD3. На выходах 0...3 последнего формируется последовательность двоичных комбинаций, которые декодируются дешифратором

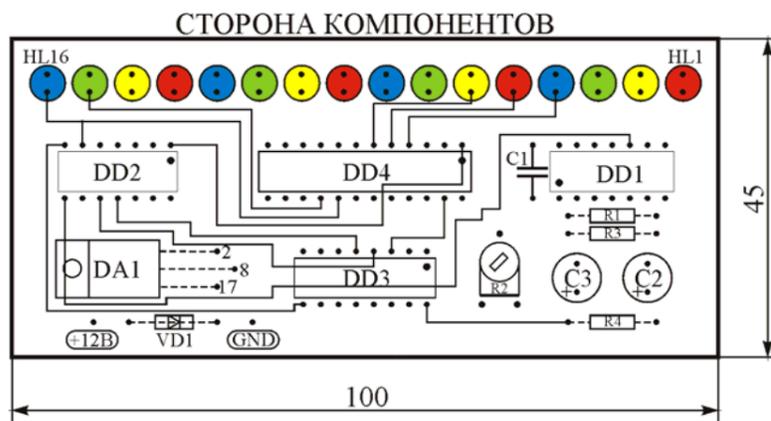
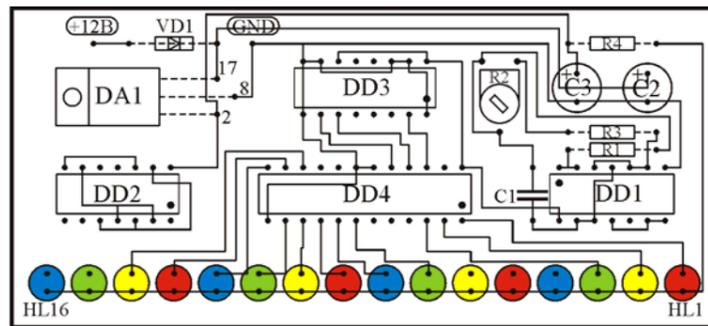


Рис. 2. СДУ "Бегущий огонь". Вариант 1. Рисунок печатной платы

DD4 и отображаются линейкой светодиодов HL1...HL16. Если счет начался с нулевого состояния счетчика DD3 (на выходах — код "0000"), то после 15-го импульса на его выходах сформируется код "1111", которому соответствует появление "0" на выходе 15 дешифратора DD4 и зажигание светодиода HL16. Одновременно этот уровень поступает на вход (вывод 6) элемента DD2.2 и перебрасывает RS-триггер в противоположное (нулевое) состояние. Теперь прохождение импульсов разрешено через элемент DD2.4 на вычитающий вход (вывод 4) счетчика DD3. Это вызывает смену направления переключения "бегущих огней" на противоположное. В таком режиме устройство работает до установки счетчика DD3 в нулевое состояние и зажигания светодиода HL1. Низкий уровень с выхода 0 дешифратора DD4 приводит к обратному переключению RS-триггера в единичное состояние и смене на-

правления переключения светодиодов. Далее цикл работы устройства повторяется.

Устройство собрано на печатной плате из двустороннего стеклотекстолита толщиной 1,2 мм размерами 45x100 мм (рис.2). В нем применены постоянные резисторы МЛТ-0,125, переменный R2 — СПЗ-386, электролитические конденсаторы — К50-35. Линейка составлена из светодиодов диаметром 5 мм, размещенных в чередующейся последовательности красного, зеленого и желтого цветов. Возможны, конечно же, и другие варианты размещения светодиодов. Изменить яркость их свечения можно подбором резистора R4. Следует лишь помнить о максимальной нагрузочной способности дешифратора DD4. Для использования в гирлянде более мощных светильников (ламп накаливания) необходимы транзисторные или симисторные ключи, подключаемые к выходам дешифратора.

Реверсивный счетчик КР1564ИЕ7 (74НС193) и дешифратор КР1564ИД3 (74НС154) можно заменить на микросхемы ТТЛШ-структуры КР1533ИЕ7 и КР1533ИД3 соответственно. Но при этом на место DD2 (К561ЛА7) требуется установить ИМС КР1561ЛА7 (CD4011BN), выходные каскады которой обладают повышенной нагрузочной способностью. Микросхемы DD1 и DD2 заменяются на К561ТЛ1, КР1561ТЛ1 (CD4093BN), КР1561ЛА7.

Напряжение источника питания выбирается в диапазоне 9... 15 В. Поскольку устройство достаточно экономично (большую часть тока потребляют светодиоды), его можно питать от маломощной батареи напряжением 4,5 В. При этом интегральный стабилизатор DA1 и защитный диод VD1 необходимо исключить. В налаживании правильно собранное устройство практически не нуждается.

(Окончание следует)

А.ОДИНЕЦ,

г.Минск.

E-mail: A_Odinets@tut.by

“БЕГУЩИЕ ОГНИ” НА КМОП-МИКРОСХЕМАХ

(Окончание. Начало в N11/05)

Второй, усовершенствованный, вариант "Бегущих огней" с автоматическим переключением режимов работы представлен на рис.3. Здесь последовательно воспроизводятся три режима: двунаправленное переключение, "вперед" и "назад". Количество повторений в каждом режиме в течение одного цикла работы — 3-2-2-3-2. Сказанное поясняют временные диаграммы, приведенные на рис.4а и 4б. Из них видно, что сначала происходят 3 двунаправленных переключения, затем — по 2 в направлении "назад" и "вперед", а во второй половине цикла — по 3 двунаправленных "назад", а затем — 2 "вперед". Затем цикл работы устройства полностью повторяется.

Это достигается за счет введения схемы управления режимами, собранной на счетчиках DD2.1, DD2.2, DD5.1 и элементах DD3.1...DD3.4, DD4.1, DD4.2. Счетчики DD2.1 и DD2.2 служат для подсчета числа повторений в каждом из указанных режимов. На элементах DD3.1...DD3.3 собрана схема сброса счетчиков, элемент DD3.4 формирует импульсы счета для DD5.1. RS-триггер на элементах DD4.3, DD4.4 совместно с элементами DD4.1, DD4.2 и счетчи-

ком DD5.1 определяет текущее направление переключения светодиодов.

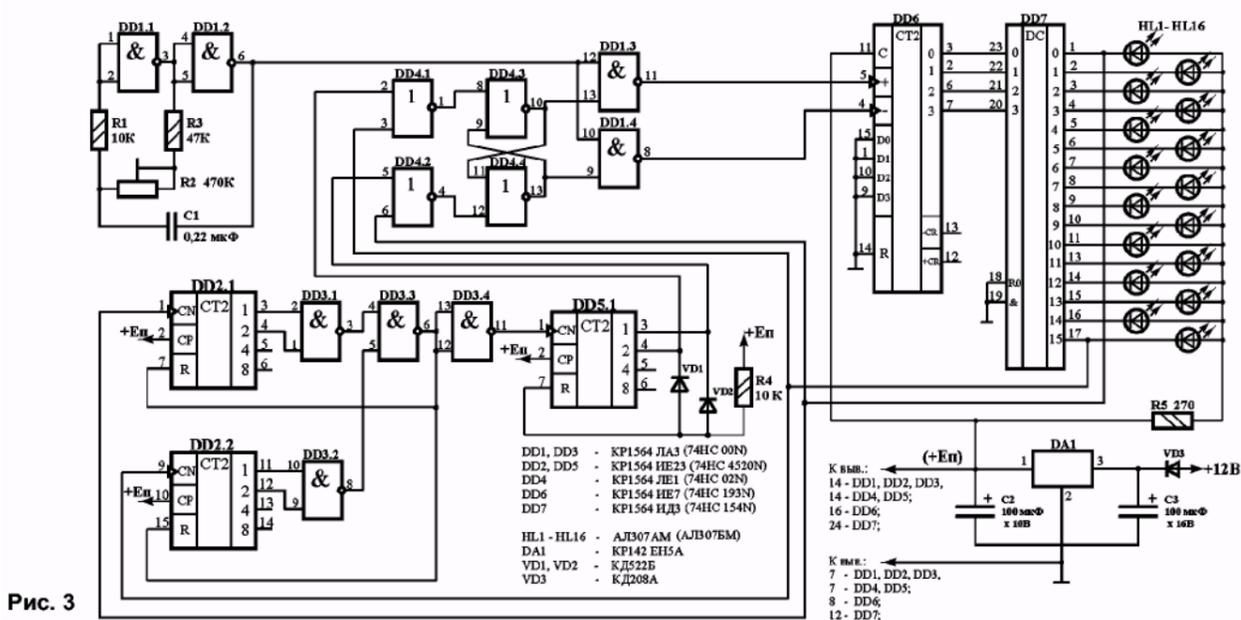
Работа устройства в начальный момент (при включении питания) определяется состоянием элементов памяти DD2.1, DD2.2, DD5.1, DD6 и RS-триггера. Учитывая, что устройство работает по замкнутому циклу, через определенное число тактов задающего генератора все элементы памяти DD2.1, DD2.2, DD5.1, DD6 устанавливаются в нулевое состояние, а RS-триггер — в единичное. Условимся считать единичным состоянием RS-триггера высокий уровень на выходе (выводе 10) элемента DD4.3.

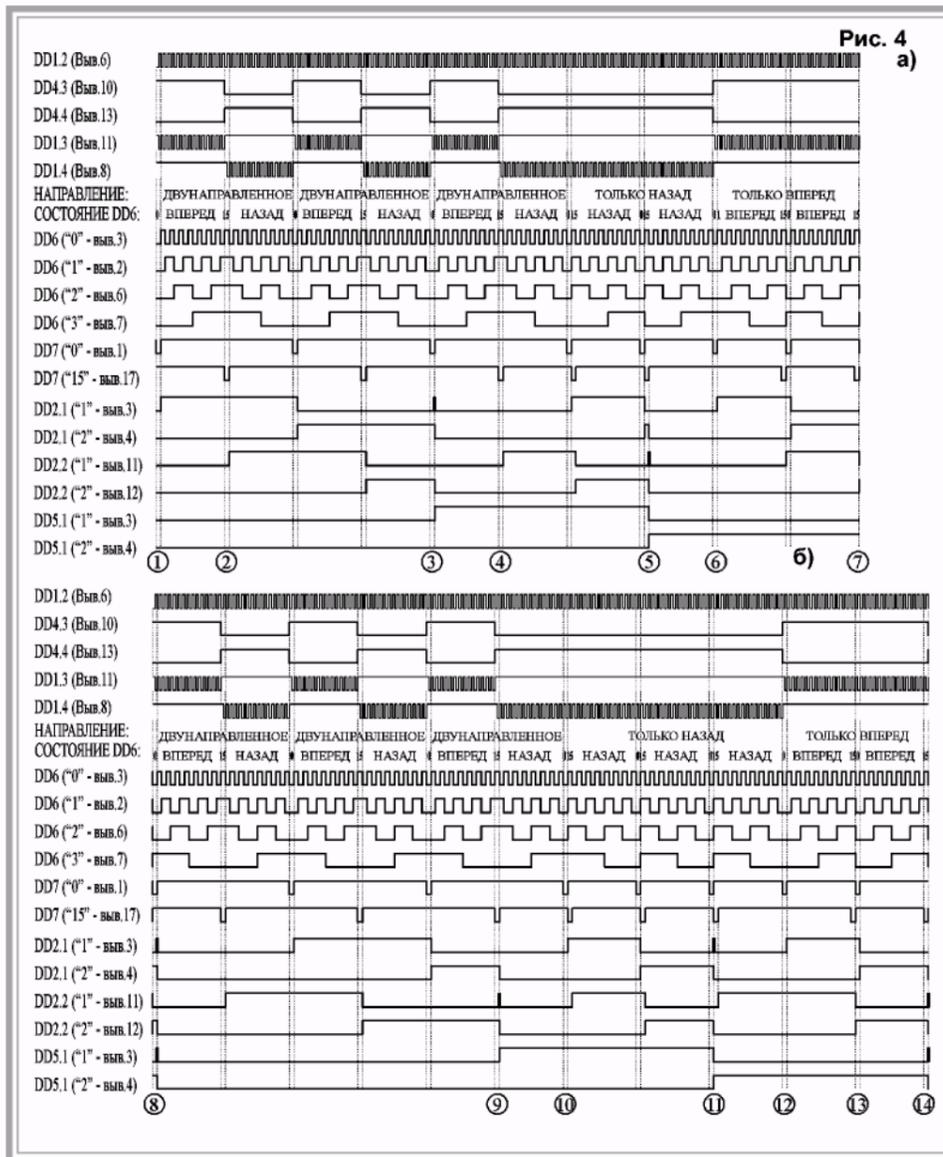
Режим работы устройства — двунаправленное переключение светодиодов "вперед" (маркер "1" на рис.4а). Первоначально счетчик DD6 находится в нулевом состоянии (на его выходах — код "0000"). Этому состоянию счетчика DD6 соответствует "0" на выходе 0 (выводе 1) дешифратора DD7. Поскольку RS-триггер — в единичном состоянии, "1" с выхода элемента DD4.3 разрешает прохождение счетных импульсов через элемент DD1.3 на вход сложения реверсивного счетчика DD6. После первого импульса счетчик DD6 установит-

ся в первое состояние (на выходах — код "0001"), что вызовет появление на выходе 0 дешифратора DD7 положительного перепада и переключение счетчика DD2.1 также в первое состояние (маркер "1" на рис.4а).

После 15-го импульса DD6 установится в пятнадцатое состояние (на выходах — код "1111", маркер "2" на рис.4а). Соответственно, "0" появится и на выходе 15 (выводе 17) дешифратора DD7. Этот уровень поступает на вход (вывод 3) элемента DD4.1 и в сочетании с "0" на его втором входе (выводе 2) устанавливает RS-триггер в нулевое состояние.

Теперь импульсы поступают через элемент DD1.4 на вычитающий вход реверсивного счетчика DD6. Значит, вместо HL16 включается HL15, т.е. меняется направление переключения. Одновременно с выключением HL15 и включением HL14 на входе CN (выводе 9) счетчика DD2.2 формируется положительный перепад, который устанавливает его в первое состояние (маркер "2" на рис.4а). Последовательно сменяющиеся друг друга режимы переключения светодиодов "вперед" и "назад" приводят к увеличению состояния счетчиков DD2.1 и DD2.2.





Первым третьему состоянию (на выходах 1 и 2 — "1") достигает DD2.1 (маркер "3" на рис.4а). Тогда на выходе DD3.3 формируется "1" (сигнал сброса), и оба счетчика обнуляются по входам "R". Одновременно на выходе элемента DD3.4 формируется короткий отрицательный импульс, равный по длительности сумме времен задержек счетчика DD2.1 и элементов DD3.1, DD3.3, который переводит счетчик DD5.1 в первое состояние. Теперь прохождение импульсов с выхода дешифратора DD7 через элемент DD4.2 запрещено, а через DD4.1 — по-прежнему разрешено.

Первый отрицательный импульс с выхода 15 дешифратора DD7 проходит через элемент DD4.1 и устанавливает RS-триггер в нулевое состоя-

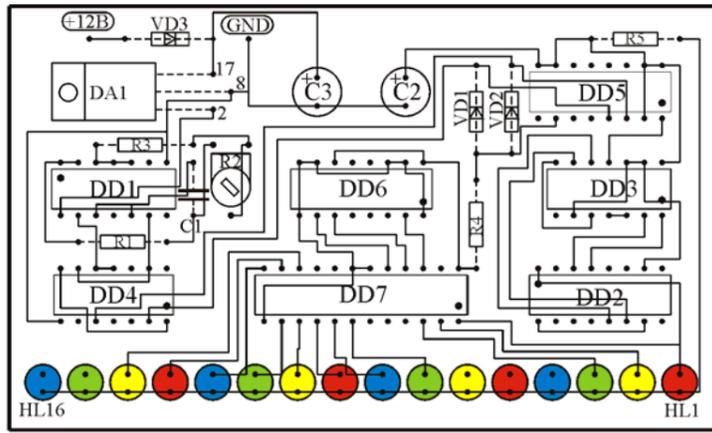
ние (маркер "4" на рис.4а), что снова меняет направление переключения светодиодов. Третий отрицательный импульс с выхода 15 DD7 устанавливает счетчик DD2.2 в третье состояние, что, в свою очередь, вызывает срабатывание схемы сброса (DD3.2, DD3.3) и установку счетчиков DD2.1 и DD2.2 — в нулевое, а DD5.1 — во второе состояние (маркер "5" на рис.4а). Теперь прохождение импульсов сброса RS-триггера запрещено, а импульсов его установки в единицу (через элемент DD4.2) — вновь разрешено.

Еще через 14 тактов (импульсов) задающего генератора на выходе 0 дешифратора DD7 формируется отрицательный перепад, устанавливающий RS-триггер в единичное со-

стояние и меняющий направление переключения на "прямое" (маркер "6" на рис.4а). Через 32 такта первая половина цикла завершена.

Во второй половине цикла последовательность повторения режимов работы сохраняется, но с тем отличием, что происходит не 2, а 3 повторения переключения светодиодов "назад". Достигается это за счет того, что счетчик DD5.1 устанавливается в нулевое состояние не по завершении 32-го импульса, как в конце второй половины цикла (маркер "14" на рис.4б), а по завершении 33-го импульса генератора (по положительному перепаду с выхода 0 дешифратора DD7 — маркер "8" на рис.4б). При этом в третье состояние установится сначала не DD2.1, как в первой половине цикла, а DD2.2 (маркер "9" на рис.4б). В результате счетчик DD5.1 устанавливается во второе состояние, и после завершения "двунаправленного" переключения светодиодов (маркер "10" на рис.4б) происходят 3 переключения "вперед".

По завершении (положительному перепаду) третьего отрицательного импульса с выхода 0 дешифратора DD7, счетчик DD2.1 устанавливается в третье состояние, и, соответственно, во второе состояние переходит счетчик DD5.1 (маркер "11" на рис.4б). Теперь высоким уровнем с выхода 2 (вывод 4) счетчика DD5.1 запрещено прохождение импульсов сброса RS-триггера, а установка RS-триггера в единицу разрешена. Первый отрицательный импульс с выхода 0 дешифратора DD7 через элемент DD4.2 устанавливает RS-триггер в единицу и включает переключение "вперед" (маркер "12" на рис.4б). После двукратного повторения (маркер "14" на рис.4б) счетчик DD5.1 переходит в третье состояние и благодаря схеме на элементах VD1, VD2, R4 сбрасывается в ноль. Далее цикл работы



СТОРОНА КОМПОНЕНТОВ

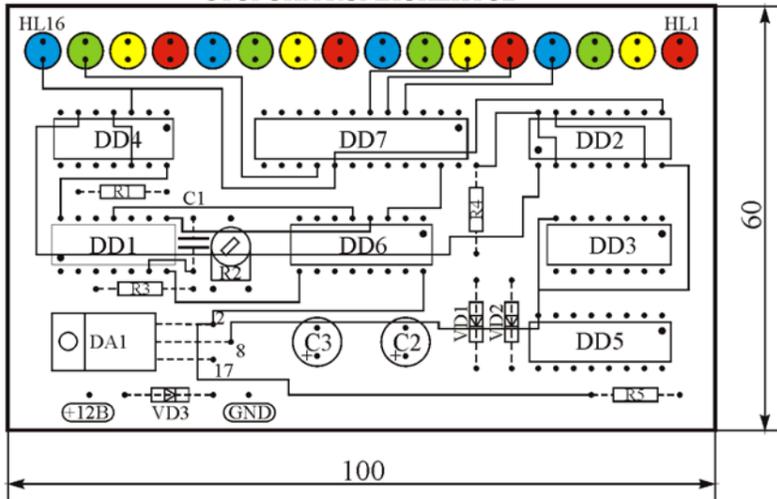


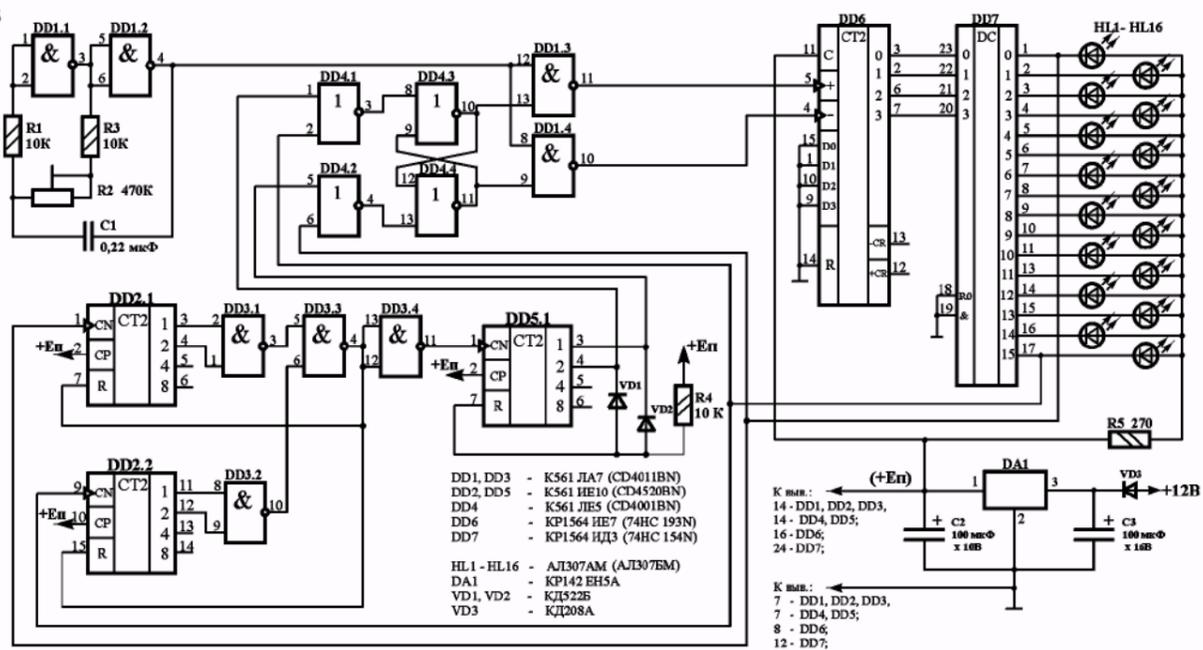
Рис. 5. СДУ "Бегущий огонь". Вариант 2. Рисунок печатной платы

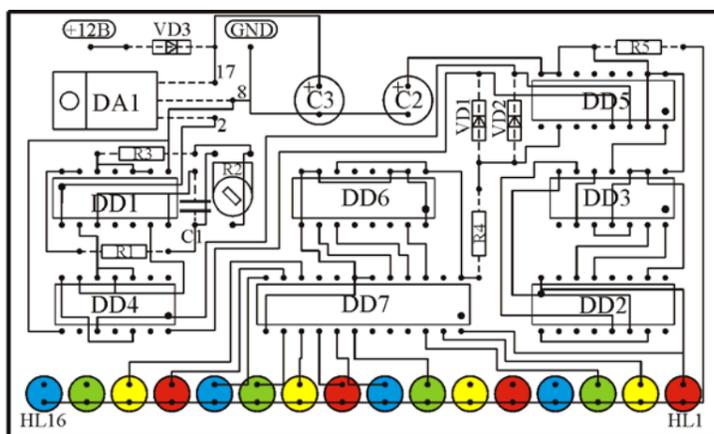
устройства полностью повторяется. Это устройство собрано на печатной плате из двустороннего стеклотекстолита толщиной 1,2 мм размерами 60x100 мм (рис.5). Рекомендации по выбору компонентов — те же, что и для первого варианта. Кроме того, микросхемы серии КР1564 заменяются на соответствующие аналоги серии КР1533 (полностью соответствуют как по функциональному назначению, так и по цоколевке). Например, вместо КР1564ИЕ7 (74НС193) и КР1564ИДЗ (74НС154) подойдут КР1533ИЕ7 и КР1533ИДЗ, вместо КР1564ЛАЗ — КР1533ЛАЗ или КР1533ТЛЗ. При использовании микросхемы генератора (DD1) типа КР1533ЛАЗ необходимо подобрать элементы C1 и R2, а резисторы R1 и R3 заменить перемычками. Рекомендуемые номиналы: C1 — 100 мкФ, R2 — 1 кОм.

Следует помнить, что входы ТТЛШ-микросхем нельзя подключать к шине питания непосредственно. Поэтому при использовании счетчика КР1533ИЕ7 (DD6) его вход установки (вывод 11) необходимо подключить к шине питания через резистор сопротивлением 1 кОм.

В налаживании устройство не нуждается. Собранное из исправных деталей, оно начинает работать сразу при включении. Скорость переключения светодиодов можно изменять подстройкой резистора R2.

Рис. 6





СТОРОНА КОМПОНЕНТОВ

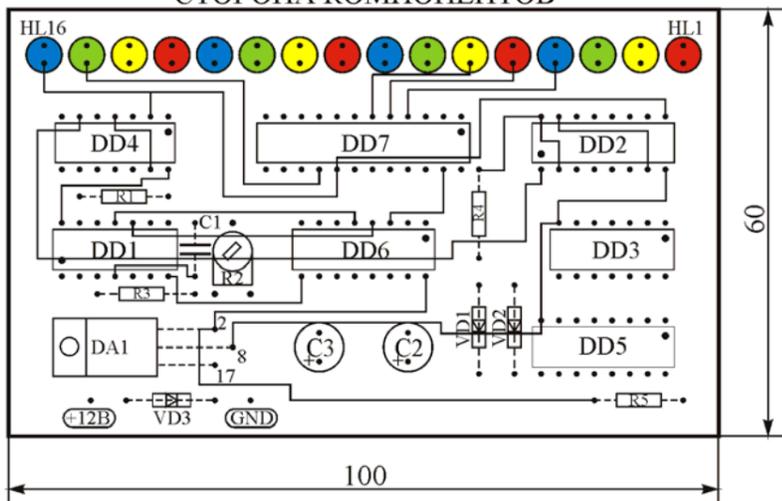


Рис. 7. СДУ "Бегущий огонь". Вариант 3. Рисунок печатной платы

Учитывая, что наиболее доступными в настоящее время остаются все же микросхемы серии К561, на рис.6 представлен третий вариант устройства, а чертеж печатной платы для него — на рис.7. Его логика работы полностью повторяет предыдущий (второй) вариант и соответствует временным диаграммам, приведенным на рис.4а и 4б. Рекомендации по выбору компонентов аналогичные.

Литература

1. А.Одинец. Светодинамическое устройство "Бегущий огонь". — Радиолюбитель, 2005, N5, С.6.

По всем вопросам, связанным с работой устройств, можно получить консультацию автора, направив запрос по электронной почте: A_Odinets@tut.by