

светового эффекта, равную шестнадцати тактам. Микросхема DD6 — счетчик повторов, определяющий длительность исполнения текущего светового эффекта. Первый ГСЧ реализован на элементах DD2.1, DD2.2, DD4, он работает постоянно и задает набор сигналов D1—D4 для реализации псевдослучайного режима работы. Второй ГСЧ выполнен на элементах DD1.1, DD1.2, DD3 и управляет режимами работы устройства в целом (линии R1—R8). Мультивibrаторы ГСЧ работают на разных частотах, не зависящих одна от другой и находящихся в пределах 1...2 МГц. Для улучшения взаимной развязки генераторы реализованы на элементах из разных корпусов ИС.

В рабочем режиме (реализация текущего светового эффекта) счетчик DD3 остановлен напряжением высокого уровня на входах CN (выводы 1 и 9), поэтому его выходные сигналы R1—R8, определяющие режим работы, фиксированы. Счетчики DD5 и DD6 работают на вычитание. Когда их общий счет дойдет до нуля, что означает окончание текущего светового эффекта, на выходе P DD6 появится логический 0. Дифференцирующая цепь R2C4 формирует разрешающий отрицательный сигнал на входах CN счетчика DD3, в результате чего на его триггеры поступит пачка импульсов со счетного входа CP. Число импульсов (порядка нескольких тысяч) зависит от параметров цепи R2C4 и тактовой частоты генератора на элементах DD1.1, DD1.2. После прохождения пачки на выходах счетчика останется комбинация сигналов R1—R8, определяющая вид нового светового эффекта. Со следующим тактовым импульсом напряжение на выходе P DD6 изменится до уровня логической 1 (высокого уровня). Дифференцирующая цепь R5C5 формирует импульс положительной полярности, по фронту которого в счетчик DD6 с входов D1, D2, D4, D8 записывается новое псевдослучайное число, задающее длительность следующего светового эффекта в периодах (каждый период равен 16 тактам). Затем начинается исполнение нового светового эффекта, которое будет идти до достижения счетчиком нуля. Далее процесс повторяется.

Селектор сигналов выполнен на мультиплексорах DD8 и DD9 и управляется выходами R1—R7 ГСЧ. Напряжение низкого уровня на линии R1 задает режим «упорядоченных рисунков»; на вход D каждого регистра проходит одна из комбинаций сигналов A1—A4 с делителя DD5. К примеру, на регистр красных поступает сигнал A2, а на регистр зеленых — A3. Тогда появится следующая комбинация цветов: два желтых, два зеленых, два красных, два пробела и далее повтор. Теоретически число световых эффектов в этом режиме составляет: $4 \times 4 = 16$, но некоторые из них подобны друг другу и различаются лишь порядком следования цветов. Элементы DD2.3 и DD2.4, создавая возможность инверсии сигналов, несколько увеличивают число комбинаций. Напряжения уровня логической 1 на линии R1 включает режим «беспорядочных рисунков»; на входы D регистров подаются псевдослучайные пары сигналов с линий D3, D4. Если же в одном из селекторов включен канал 7, то соответствующий регистр замкнется в кольцо (8- или 16-битное в зависимости от состояния элемента «исключа-

ющее ИЛИ») и останется в таком положении до конца эффекта.

Коммутатор тактовых импульсов выполнен на микросхемах DD7 и DD10. Когда на выходе элемента совпадения VD1R6 (т.е. хотя бы на одной из линий R4, R8) напряжение низкого уровня, оба элемента DD10.2, DD10.4 открыты. Тактовые импульсы, длительность которых уменьшена дифференцирующей цепью R7C6, проходят синхронно на оба регистра, поэтому светодиоды переключаются обычным порядком. Если же на выходе элемента совпадения напряжение высокого уровня, регистры начинают работать раздельно; очередность их переключения определяется состоянием мультиплексора DD7. Допустим, замкнут канал 2 DD7 (выводы 15 и 3). При этом первые четыре тактовых импульса вызывают сдвиг в регистре DD11, следующие четыре — в DD12 и т.д. Визуально это проявляется в том, что красные и зеленые цвета на индикаторах движутся раздельно, а при «наполнении» одних на другие образуются желтые. Замыкание канала 6 или 7 в DD7 приводит к тому, что регистры начинают переключаться в случайном порядке. Все это, наряду с коммутацией сигналов мультиплексорами DD8 и DD9, создает весьма неожиданные и интересные цветовые рисунки.

Инвертор DD1.6 необходим для того, чтобы разделить во времени моменты переключения счетчиков и сдвигающих регистров.

В устройстве применены резисторы МЛТ и конденсаторы КМ. Вместо диода КД103А (VD1) подойдет любой маломощный кремниевый; диод КД208А (VD2) можно заменить любым с допустимым прямым током не менее 350 мА. На такой же ток рассчитан и выключатель питания SA1. Светодиоды допустимо использовать любые с переменным цветом свечения.

Автомат собран на двух отрезках универсальной макетной платы, монтаж выполнен проводом МГТФ. Плата рассчитана на установку как корпусов DIP, так и планарных, поэтому все микросхемы можно заменить аналогичными из серии 564. На первой плате смонтированы все светодиоды и транзисторы, а также резисторы 1R1—8R1, 1R2—8R2 и микросхемы DD11, DD12; на второй плате — все остальные элементы. Платы размещены одна над другой и соединены двумя винтами М3 через изолирующие втулки.

Корпус — пластмассовый кожух от автомобильного реле-регулятора РР362Б1 (его внутренние размеры 76×57×22 мм); под этот кожух выбраны и размеры монтажных плат — 74×50 мм. Через отверстие в задней стенке корпуса выведен кабель питания; выключатель SA1 из-за большой плотности монтажа вынесен наружу и размещен на этом кабеле.

Лицевая панель устройства — пластина из органического стекла зеленого цвета, в которой просверлены восемь отверстий под светодиоды. Внутри корпуса под оргстекло подложен лист плотной черной бумаги с соответствующими отверстиями. Сами же светодиоды размещены на плате в ряд (1H1 — крайний справа) с таким расчетом, чтобы их линзы выступали наружу из панели.

Корпус может быть другим, в том числе и самодельным, — это определяется размерами индикаторов и плат, наличием встроеного источника питания и др.

Для питания устройства пригоден любой сетевой источник с выходным напряжением от 9 до 12 В, желательнее стабилизированный (в противном случае яркость свечения будет зависеть от числа одновременно включенных индикаторов). Устройство можно питать и от автомобильной аккумуляторной батареи.

Налаживать устройство необходимо в следующей последовательности.

С учетом напряжения питания подобрать ограничительные резисторы 1R1—8R1, 1R2—8R2, чтобы обеспечить требуемую яркость свечения красных и зеленых переходов светодиодов, а также нужный оттенок желтого при их совместном включении. Достаточно испытать на одном индикаторе до сборки устройства.

Подборкой элементов R4, C3 настроить частоту тактового генератора в пределах 2...5 Гц, чтобы получить приятную для глаз скорость переключения индикаторов. Если конденсатор C3 — с плохой термостабильностью (например, КМ группы H70, H90), настройку следует проводить после прогрева устройства.

Проверить, переключаются ли световые эффекты случайным образом. Если это не так, изменить число импульсов в пачке подборкой емкости конденсатора C4.

Полезным дополнением будет введение регулировки частоты переключения индикаторов. Для этого необходимо резистор R4 заменить составным, причем переменный резистор можно взять совмещенным с выключателем питания. Другой вариант доработки автомата — наращивание разрядности сдвигающего регистра и соответственно числа индикаторов (например, до 12 или 16). При этом сигнал OUT1 (OUT2) снимается с последнего выхода соответствующей цепочки регистров.

Дальнейшее расширение устройства (в том виде, как оно есть) представляется сомнительным. Попытки ввести новые строки индикаторов при сохранении такого же набора световых эффектов приводят к значительному росту числа микросхем. Также неэффективно и введение динамической индикации — при небольшом числе светодиодов это лишь усложняет схему.

По-видимому, принципиально увеличить информационную емкость табло и разнообразие световых эффектов можно лишь за счет применения БИС. Перспективно использование для этой цели однокристалльных микро-ЭВМ или контроллеров на базе микропроцессоров широкого применения (например Z80). Оптимальное сочетание аппаратной структуры, в частности динамического управления табло, с программными средствами позволяет многократно расширить возможности такого рода устройств при относительно небольшом росте затрат.

От редакции. Счетчик DD3.2 (нижний по схеме) не обязательно останавливать, подавая на вход CN высокий логический уровень. Этот вход можно соединить с общим проводом, а остановится он при остановке DD3.1. На каждой из плат следует установить в цепях питания, по крайней мере, по одному блокировочному керамическому конденсатору емкостью не менее 0,047 мкФ.