

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНОГО ТОРШЕРА

Равчев А.Н.

г.о. Тольятти Самарской обл., МБУ «Лицей № 67»

Руководитель: Разина А.А., г.о. Тольятти Самарской обл., МБУ «Лицей № 67», учитель

Цель работы – описать разработку принципиальной схемы цветомузыкального торшера и программного обеспечения, управляющего светодиодами кольцами в зависимости от музыкального сопровождения.

Предметом исследования в работе является разработка принципиальной схемы на базе программируемых микроконтроллеров и программное обеспечение этой схемы.

В ходе работы над проектом автором была проведена работа по анализу современных технологий визуализации музыки, схемотехники современных устройств на микроконтроллерах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Определить конструктивные особенности модели торшера и перечень необходимых компонентов для его создания.
- Разработать программное обеспечение для анализа звука и управления светодиодами дисками торшера.
- Собрать и протестировать работоспособность модели.

Практическая часть потребовала от автора определенных навыков работы с паяльником, измерительными приборами, а так же опыта программирования.

Список ключевых слов

- Цветомузыка
- Декоративная подсветка
- Частотный анализ звука
- Динамическая развёртка
- Приём команд с ИК пульта ДУ
- 18 режимов работы

Люди начали ставить эксперименты по световому сопровождению музыкальных композиций ещё в 70-х годах XX века. Мы часто слушаем музыку и хотелось бы приукрасить восприятие, визуализировать темп воспроизводимой композиции. Устройства светового сопровождения музыки повсюду используются в общественных местах, но хотелось бы иногда устроить праздник и дома.

К сожалению, устройства, доступные для покупки либо не связывают свет с музыкальным сопровождением, либо имеют типовые недостатки:

- Небольшое количество каналов (не более 6-ти), цвет каналов фиксированный
- Нет пульта управления

– Один алгоритм разделения каналов на частоты, работа такой цветомузыкальной установки быстро утомляет своим однообразием.

Я увлекаюсь созданием цветомузыкальных установок (в дальнейшем ЦМУ) с 5-го класса. Первый опыт был с фигурами Лиссажу (используя динамик и лазерную указку). Второй раз мною был представлен светомузыкальный фонтан, имеющий 8 регулируемых насосов, меняющий цвет и высоту водного потока в зависимости от темпа музыки. Но фонтан можно поставить не везде, необходимо следить за уровнем и качеством воды. На этот раз я решил создать оригинальное, универсальное устройство, которое не занимало бы много места, было удобно в использовании и собрано из недорогих комплектующих.

Актуальность моей работы заключается в создании принципиально новой ЦМУ, которая имеет большое количество каналов, каждый канал может менять свой цвет, множество алгоритмов работы, управление с пульта ДУ, статичные режимы подсветки (использование торшера по прямому назначению).

Теоретические аспекты разработки модели торшера

Чтобы управлять режимами, принимать команды с пульта, нужен программируемый микроконтроллер. К сожалению, из-за сложности проекта мне не удалось использовать широко распространённые готовые платы Arduino, пришлось сделать плату управления самому.

В качестве основного управляющего контроллера я выбрал Atmega32, он имеет самое большое количество портов ввода-вывода и 32кб Flash памяти для управляющей программы.

Разделение звука на частотные полосы я конечно же решил сделать программно, используя преобразование Фурье. Но при анализе статей в интернете про применение его в 8-битных микроконтроллерах пришёл к выводу, что для этих целей нужно отдельное устройство, в котором бы постоянно происходило быстрое преобразование Фурье (в дальнейшем FFT), так как свободного процессорного времени не остаётся на другие задачи. Для этих целей был выбран самый недорогой микроконтроллер Atmega8, информация об

уровне частотных полос из которого передаётся в основной контроллер по UART.

Затем я определил количество каналов моей ЦМУ. Я решил, что количество должно быть около 20, чтобы была возможность помимо частотного разделения на каналы сделать красивые бегущие огни. Проанализировав назначение выводов Atmega32, я обозначил те, которые нужны для связи, приёма команд с пульта и программирования и определил, что у меня остаются выводы для управления цветом каналов (R,G,B) и свободно 22 вывода. Я решил сделать количество каналов равным 21, один вывод оставил в запасе на всякий случай.

Так как на выводах микроконтроллера логическая единица равна 5 вольтам, а для работы светодиодной ленты нужно +12 вольт на общем проводе и -12 вольт на каналах R, G, B необходимы коммутирующие элементы. R, G, B коммутируются на - питания с помощью полевых транзисторов, а +12 вольт коммутируются микросхемами драйверов TD62783.

Приём звука происходит с помощью микрофона. Затем сигнал усиливается, и разделяется на две части. В одной части частотный диапазон ограничивается до 1000 Гц с помощью фильтра на операционном усилителе, а другая часть подключена напрямую. Это нужно для корректной работы FFT на частотах до 1кГц.

Полностью схема дана в Приложении 1.

Для создания светомузыки потребовалось ознакомление с различными вариантами программирования, я остановил выбор на недорогом внутрисхемном программаторе USBASP.

Проведенная теоретическая работа позволила приступить к реализации практической части работы.

Экспериментальная работа

Выбор комплектующих элементов торшера

Для основы цветомузыкального торшера мною был куплен «Светильник напольный ХОЛЬМЭ» в ИКЕА за 699р. (Рис. 1).

Сборка светомузыкального торшера

Из текстолита было вырезано 21 кольцо, которые были закреплены на одинаковом расстоянии друг от друга по всей высоте светильника. На каждое кольцо был закреплен отрезок светодиодной RGB ленты. Общая длина RGB ленты составила чуть более 12 метров (Рис. 2).

Общие минусовые выводы RGB были соединены между собой. Плюсозовые провода с каждого кольца и общие провода RGB были припаяны на разъём и подключены к управляющей плате.



Рис. 1



Рис. 2

2.3. Программирование

Разделение звука на частотные полосы выполняется в Atmega8 с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT), которое выполняется 2 раза: 32 полосы для частот до 1кГц и 32 для остальных частот. Затем из 64 частотных полос формируется 21 канал и с помощью UART на скорости 115200 Бод передаются в Atmega32.

Следующая проблема, которую нужно было решить – это управление цветом каждого канала по отдельности. Проанализировав проекты, имеющиеся в интернете (на большое количество каналов в сети есть только бегущие огни), я понял, что всё что уже создано работает по принципу – включаем первый

канал, выдаём нужную длительность ШИМ на RGB выводы, выключаем первый, включаем второй канал и так далее... Получается развёртка по каналам. Частота включения каждого канала должна быть не менее 60Гц чтобы не было заметно мерцания. Но чтобы обеспечить коммутацию 21 канала при ступени градаций ШИМ равной 16 нужна частота ШИМ почти 20 КГц! ($60 \cdot 21 \cdot 16 = 20160$) Я применил принципиально другой метод управления – включаем красный цвет, выдаём значения яркости на все каналы, переключаем цвет на зелёный и так по трём цветам. Получилась динамическая развёртка по цветам, в итоге частота ШИМ снизилась почти в 9 раз. ($60 \cdot 3 \cdot 16 = 2280$)

та ШИМ почти 20 КГц! ($60 \cdot 21 \cdot 16 = 20160$) Я применил принципиально другой метод управления – включаем красный цвет, выдаём значения яркости на все каналы, переключаем цвет на зелёный и так по трём цветам. Получилась динамическая развёртка по цветам, в итоге частота ШИМ снизилась почти в 9 раз. ($60 \cdot 3 \cdot 16 = 2280$)

Приложение

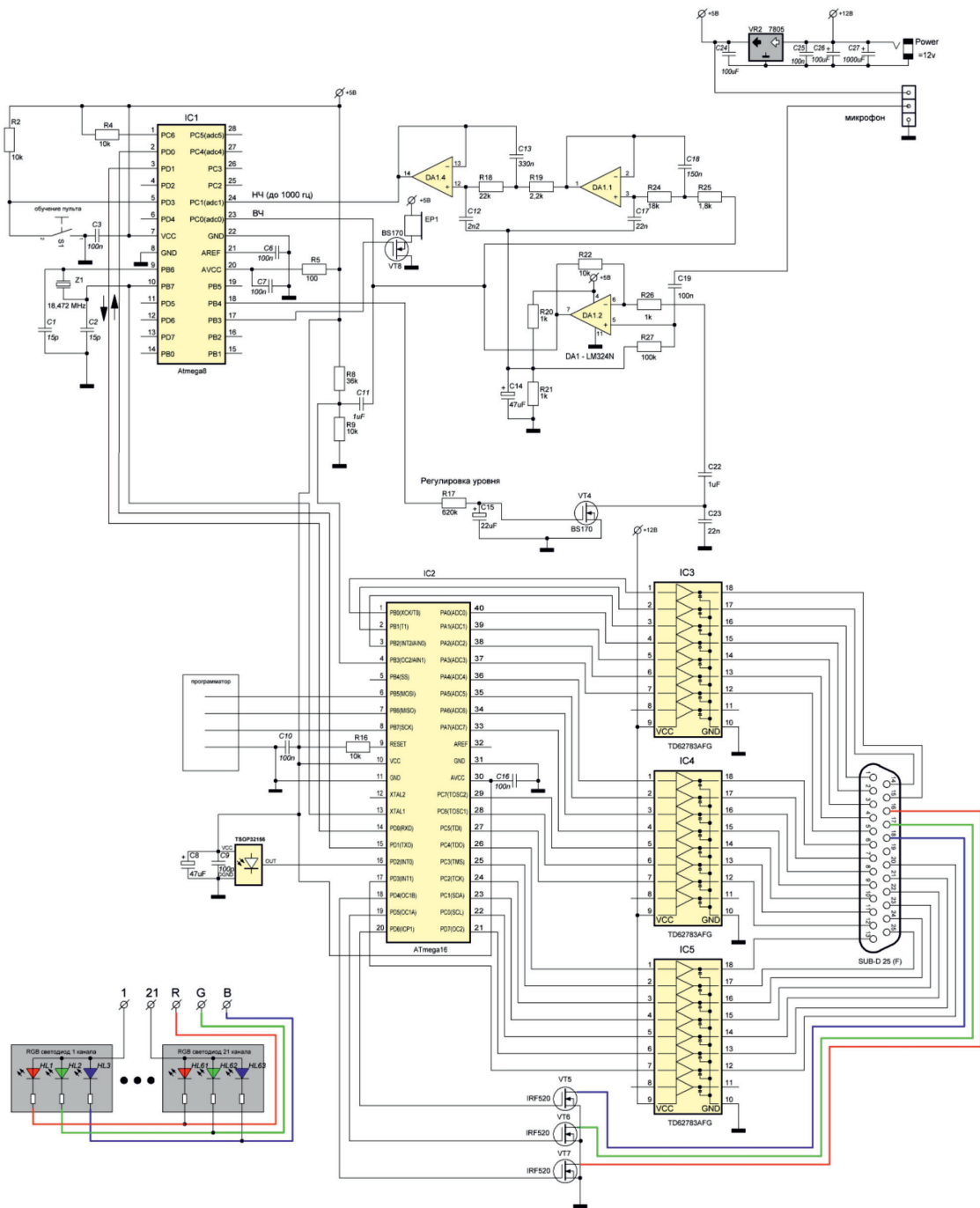


Схема электрическая принципиальная

Алгоритм работы с пультом считает время между сигналами инфракрасного датчика и преобразует в 0 или 1 в зависимости от длительности паузы. Накопленные 16 бит сравниваются с командами, сохранёнными в EEPROM Atmega32, если код совпадает – команда выполняется.

В некоторых режимах нужно сделать связь с музыкой «хаотичной», для этого я использовал компаратор, встроенный в микроконтроллер. Звуковой сигнал подаётся на вход AIN1, измеряется время между срабатыванием компаратора, в зависимости от времени между срабатываниями меняется цветовой оттенок.

Реализованные режимы работы торшера

Мною были придуманы и реализованы следующие режимы работы:

0 – эффекты отключены, плавно загорается белая подсветка

1 – уровни каналов через FFT, цвет фиксированный

2 – бегущие огни, темп смены кадров определяется музыкой, цвет случайный

3 – уровни каналов через FFT, цвет меняется с помощью компаратора

4 – уровни через FFT (1,21-НЧ и т.д.; 11-ВЧ) цвет всех каналов одинаковый и зависит от уровней частотных составляющих

5 – при превышении определённого уровня звукового канала – включение выхода на полную мощность, цвет меняется с помощью компаратора

6 – Белый стробоскоп, 1-10 и 12-21 по очереди, частота определяется музыкой (компаратор)

7 – цветной стробоскоп, частота определяется музыкой (компаратор)

8 – 7-канальная ЦМУ, уровень каналов через FFT, цвет фиксированный

9 – яркость всех каналов полная, цвет меняется с помощью компаратора

10 – 5 бегущих туда-сюда огоньков, скорость огонька зависит от уровня канала

11 – выделение доминирующих каналов, цвет фиксированный.

12 – бегущие огни, темп смены кадров фиксированный, цвет определяется компаратором.

13 – поканальный стробоскоп, цвет меняется с помощью компаратора

14 – индикатор-измеритель уровня. От центра к краям. Чем громче звук, тем больше сегментов горит

15 – каналы через 3 (один работает, два по краям выключены), всего 7 каналов

А так же статичные фоновые режимы:

36 – постоянно включены все каналы, яркость и цвет регулируются с пульта

37 – постоянно включены все каналы, яркость регулируются с пульта, цвет медленно меняется.

Можно задавать номер режима цифровыми кнопками, переключать по кругу кнопками + и – , при нажатии кнопки «Random» режимы будут меняться в случайном порядке.

Заключение

Несмотря на то, что в процессе работы было получено законченное изделие, я вижу возможность дальнейшей его доработки. Например, добавление новых режимов работы, а так же создание программы – конфигуратора эффектов. Тем самым, интерес к данной конструкции может не угасать долгое время.

Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты могут быть использованы для создания компактных декоративных светильников для дома, используемых и для подсветки и для проведения домашних праздников, которые имеют небольшую стоимость и будут востребованы в каждом доме. А если к данной схеме подключить мощные светодиодные RGB прожекторы – то такое устройство будет актуально и на дискотеках.

Список литературы

1. Светомузыка или цветомузыка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://led-in.ru/svetomuzyka-ili-tsvetomuzyka>.
2. Простыми словами о преобразовании Фурье [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/196374>.
3. Быстрое преобразование Фурье на Basic [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic998157-0.html>.