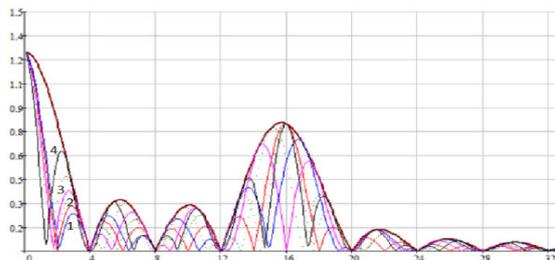


$$\cos \frac{n\omega t_{z3}}{2} = 0.$$

Откуда

$$n_{0t_{z3}} = N \frac{T}{2t_{z3}}.$$

Амплитудно-частотный спектр такой последовательности при различных значениях  $t_{z3}$  и равных прочих параметрах представлен на рис. 3



$$1 - t_{z3} = 7,5t_i; 2 - t_{z3} = 8t_i; 3 - t_{z3} = 8,5t_i; 4 - t_{z3} = 10t_i$$

Рисунок 3 – Спектральный состав двойной комбинации двойных импульсных последовательностей при длительности импульса  $t_i = T/32$ ,  $t_{z1} = 2t_i$  и  $t_{z2} = 4t_i$

Учитывая вышеизложенные соотношения, можно сделать вывод, что с помощью конструкций последовательностей импульсов, составленных из комбинаций импульсных последовательностей,

можно свести к нулю максимальное количество спектральных составляющих в непосредственном окружении от необходимой нам информирующей составляющей. И в этом случае выражение для амплитуд спектральных составляющих импульсных последовательностей, построенных из комбинаций двойных импульсов, будет иметь вид

$$|U(n)| = \frac{2EK}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega t_i}{2} \right| \times \prod_{L=1}^K \left| \cos \frac{n\omega t_{zL}}{2} \right|, \quad (5)$$

где  $K$  – количество последовательных комбинаций из импульсных последовательностей;  $L$  – порядковый номер комбинации из импульсных последовательностей.

### Литература

1. Вангенхайм, Л. Активные фильтры и генераторы. Проектирование и схемотехника с использованием интегрированных микросхем / Л. Вангенхайм. – Техносфера: Мир электроники, 2010. – 416 с.
2. Баженов, А. В. Пространственно-временная обработка сигналов в авиационных радиоэлектронных комплексах / А. В. Баженов. – Ставрополь: СВВАИУ, 2006. – 219 с.
3. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – 2-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 с.
4. Спектральный метод измерения изменений временных интервалов между периодическими последовательностями импульсов / Шейников, А. А. [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 178–184.

УДК 621.396.96

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АДРЕСНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ЛЕНТ В СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

Сушко А.А., Перевитый Е.П., Ситница А.С., Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Работа посвящена выбору типа подключения светодиодных матриц и подключению к микроконтроллерам, используется адресная светодиодная лента. В адресной светодиодной ленте используются светодиоды, но данный светоизлучающий диод может управляться отдельно и независимо от других. Применяется для более интеллектуального управления световым потоком на отдельных участках ленты, включая или выключая подсветку в нужное время и в нужном месте.

**Ключевые слова:** адресная светодиодная матрица, тип подключения, схема подключения, рекомендация к подключению.

## ORGANIZATION OF WORK OF ADDRESSED LED STRIPS IN WARNING AND EVACUATION CONTROL SYSTEMS

Sushko A., Perevityi E., Sitnica A., Isaev A.

Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The work is devoted to choosing the type of connection of LED matrices and connecting to MC, an addressable LED strip is used. LEDs are used in the addressable LED strip, but this light emitting diode can be controlled separately and independently from others. It is used for more intelligent control of the light flux in certain sections of the tape, turning on or off the backlight at the right time and in the right place.

**Key words:** addressable LED matrix, connection type, connection scheme, connection recommendation.

Адрес для переписки: Исаев А.В., пр. Независимости, 65, Минск 220013, Республика Беларусь  
e-mail: isaev0302@gmail.com

Светодиодная лента – это набор связанных светодиодов, на которые может одновременно подаваться напряжение питания. Обычные ленты хорошо всем знакомы, они используются сегодня повсюду, для освещения, в быту и других отраслях, однако популярными становятся «бегущие строки», наиболее часто они встречаются на фасадах зданий, магазинов, аптек и т.д. В статье «Светодиодные системы отображения информации», были описаны характеристики и преимущества светодиодных панелей, а также был проведен анализ выбора светодиодной системы отображения информации. Продолжая тематику статьи о светодиодных системах, рассмотрим адресные светодиодные ленты, принцип их работы, их подключение.

В адресной светодиодной ленте так же используются светодиоды, но светоизлучающий диод может управляться отдельно и независимо от других.

Таким образом, адресные ленты можно использовать для более интеллектуального управления световым потоком на отдельных участках ленты, включая или выключая подсветку в нужное время и в нужном месте.

Тип подключения:

- последовательный;
- параллельный;
- последовательный с параллельным питанием;
- последовательное соединение.

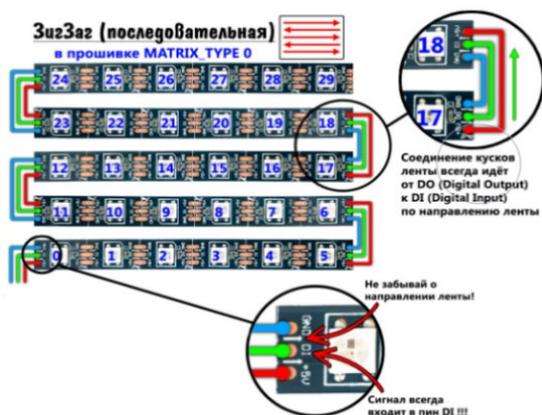


Рисунок 1 – Последовательный тип подключения

Можно последовательно соединять несколько отдельных отрезков, если итоговая длина не превышает 5 метров. Превышение недопустимо, поскольку из-за падения напряжения наблюдается неравномерность яркости свечения на конечных участках. А увеличение тока в цепи вызывает перегрев и перегорание токоведущих дорожек на печатной плате. В итоге – выход из строя всей системы.

Если планируется шлейф выше пяти метров, то используется параллельное подключение светодиодной ленты к блоку питания.

Достоинства:

- короткие провода;

- удобная пайка;
  - надежная передача сигнала.
- Недостатки:
- потеря тока по длине ленты;
  - параллельное соединение.



Рисунок 2 – параллельный тип подключения

При установке мощной и длинной ленты зачастую недостаточно одного блока электропитания. Если более мощный БП не подходит для проекта (не устраивает его громоздкость), то можно реализовать схему с 2 и более источниками питания. Их размещают либо в одном месте (к примеру в электрощите), либо непосредственно возле фрагментов ленты.

Достоинства:

- основная нагрузка по току ложиться на силовые провода, а не на ленту;
- меньше пайки.

Недостатки:

- сложность пайки к общему силовому проводу;
- возможные помехи из-за длины логического провода.

Выбираем последовательный тип подключения, одним из главных преимуществ является длина проводов подключения.

Подключение матрицы к микроконтроллеру:

- логический вывод микроконтроллера соединен с пином DIN ленты (матрицы) через резистор с номиналом 220 Ом (резистор брать диапазоне 100 Ом – 1 кОм). Нужен для защиты вывода микроконтроллера от перегрузки, т.е. ограничить ток в цепи;

– GND (земля, минус) ленты обязательно соединяется с выводом GND микроконтроллера даже при раздельном питании;

– электролитический конденсатор по питанию микроконтроллеру нужен для фильтрации резких перепадов напряжения, которые создает лента при смене цветов. Напряжение конденсатора от 6,3 V, емкость – примерно 470 мкФ, Возможно, не применять конденсатор, но если не использовать его есть риск нарушения стабильности работы.

Конденсатор по питанию ленты нужен для облегчения работы блока питания при резких изменениях яркости матрицы.

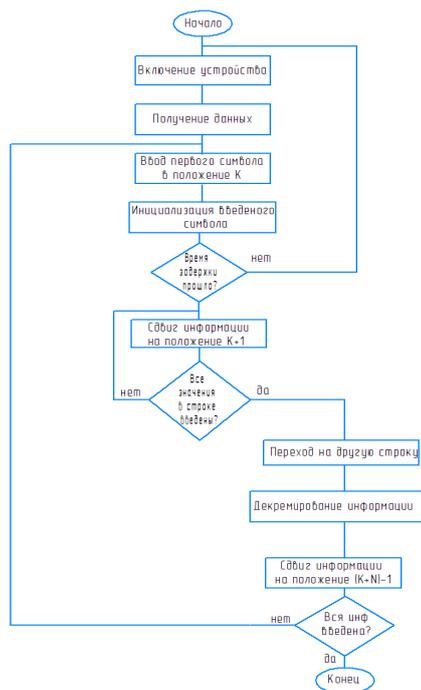


Рисунок 3 – Алгоритм реализации режима бегущей строки

Мощность и максимальный отдаваемый ток блока питания выбирается исходя из размера матрицы и режимов, в которых она будет работать.

В прошивке GuyverMatrixOS версии 1.2 и выше настраивается ограничение тока системы. Для успешной работы матрицы рекомендуется:

- разграничить светодиоды объемной решеткой;
- поверх решетки положить рассеиватель;
- затемнить «экран» матрицы.

Для реализации работы «бегущей строки», воспользуемся алгоритмом, приведенным на рис. 3.

#### Литература

1. Светодиодные системы отображения информации / А. С. Сушко [и др.] // Новые направления развития приборостроения : материалы 15-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 20–22 апреля 2022 г. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: О. К. Гусев (пред. редкол.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 53–54.

2. WS2812 Intelligent control LED integrated light source [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://voltage.ru/datasheets/WS2812B\\_datasheet\\_EN.pdf](https://voltage.ru/datasheets/WS2812B_datasheet_EN.pdf).

УДК 621.396.96

### ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН СПОСОБАМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ РЕЗОНАНСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ОБМОТКАХ

Исаев А.В., Суходолов Ю.В.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Работа посвящена оценке возможностей методов диагностики состояния обмоток асинхронных двигателей использующие резонансные явления в обмотках. Проведен анализ основных характеризующих параметров при проведении диагностики, рассмотрены входные и выходные (анализируемые) сигналы, способы подачи диагностического сигнала и особенности получения результирующего, определены основные достоинства и недостатки каждого из подходов исследования.

**Ключевые слова:** диагностика состояния обмоток, резонансные явления в обмотках, схема диагностики обмоток электрических машин.

### INCREASING THE ACCURACY OF MEASURING TIME PARAMETERS WITH INSTABILITY OF THE PARAMETERS OF PULSE SIGNALS

Isaev A., Suchodolov U.

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The work is devoted to the assessment of the possibilities of methods for diagnosing the state of the windings of asynchronous motors using resonant phenomena in the windings. The analysis of the main characterizing parameters during the diagnostics was carried out, the input and output (analyzed) signals, the methods of supplying the diagnostic signal and the features of obtaining the resulting signal were considered, the main advantages and disadvantages of each of the research approaches were determined.

**Key words:** diagnostics of the state of windings, resonant phenomena in windings, diagnostic scheme for windings of electrical machines.

Адрес для переписки: Исаев А.В., пр. Независимости, 65, Минск 220013, Республика Беларусь  
e-mail: isaev0302@gmail.com

В настоящее время наиболее оптимальными и чувствительными являются методы диагностики состояния обмоток электрических машин спо-

собы, использующие резонансные явления в обмотках. Необходимо отметить, что сегодня разработано большое количество схем, позволяющих