



УДК62-533.65

СИСТЕМЫ СЧИТЫВАНИЯ ШТРИХКОДОВ С ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А.Ю. Полухин romeogooddude@mail.ru, С.И. Зайтов Nocturil@yandex.ru

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В данной статье рассматривается разработка и создание принципиальной и функциональной схемы системы считывания штрихкодов с печатных плат во время производства, выбор модулей для разрабатываемого устройства и оценка метрологических параметров. Данная система позволит отслеживать печатные платы в процессе производства и увеличить скорость производства за счёт достижения большей автоматизации процесса, также позволит отличать сертифицированный товар от подделок

Ключевые слова: сканирование штрих кодов, считывание штрих кодов, расчёт метрологических характеристик, алгоритм работы сканера

THE SYSTEM FOR READING BARCODES FROM PCB

A.Yu. Polukhin, S.I. Zaitov

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article discusses the development and creation of a schematic and functional diagram of a system for reading barcodes from printed circuit boards during production, the choice of modules for the device under development and the assessment of metrological parameters. This system will allow you to track printed circuit boards in the production process and increase the production speed by achieving greater automation of the process, and will also allow you to distinguish certified goods from fakes.

Key words: barcode scanning, barcode reading, calculation of metrological characteristics, scanner operation algorithm

Структурная схема устройства приведена на рисунке 1. База данных – блок в который поступают данные со считанных штрихкодов. Плата – микроконтроллер, через который происходит управление сканером штрихкодов и моторами посредством драйвера A4988, также управляет пересылкой информации в базу данных. Сканер штрихкодов – считывает информацию со штрихкодов и отправляет её через плату в базу данных.



Рис. 1 – структурная схема устройства

Драйвер A4988 – плата, которая преобразует маломощные импульсы напряжение от платы в достаточные для управления моторами. Моторы – двигают сканер над конвейерной лентой по двум осям (X, Y).



Функциональная схема устройства приведена на рисунке 2.

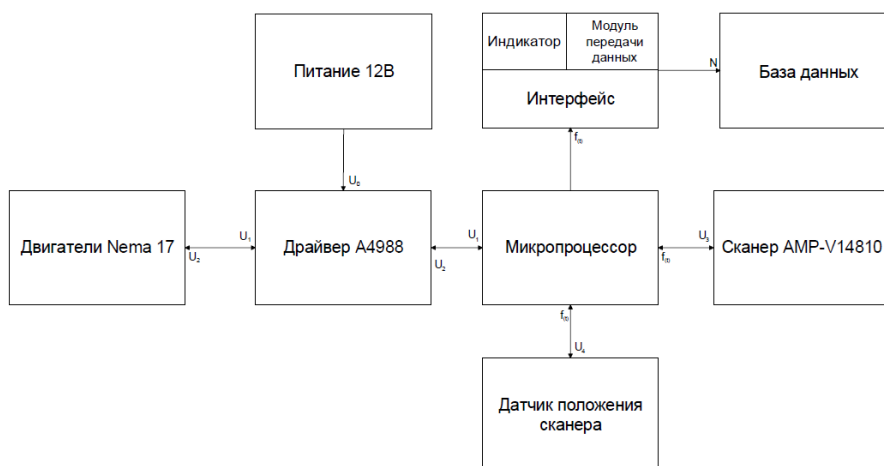


Рис. 2 – функциональная схема устройства

На драйвер A4988 подаётся питание от источника питания. Микропроцессор через драйвер A4988 подаёт управляющий сигнал на двигатели *Nema 17* и сканер *AMP-V14810*. Сканер *AMP-V14810*, после считывания данных с штрихкодов, отправляет их в микропроцессор, который, после получения, передаёт их в базу данных через модуль передачи данных. Датчик положения сканера служит для определения координат сканера в пространстве для более точной координации его движения.

Выбираем микроконтроллер *ATmega328*. Его основные характеристики [1]
Память:

- 32 *kB Flash* (память программ, имеющая возможность самопрограммирования)
- 2 *kB ОЗУ*
- 1 *kB EEPROM* (постоянная память данных)

Периферийные устройства:

- Два 8-битных таймера/счетчика с модулем сравнения и делителями частоты
- 16-битный таймер/счетчик с модулем сравнения и делителем частоты, а также с режимом записи
- Счетчик реального времени с отдельным генератором
- Шесть каналов *PWM* (аналог ЦАП)
- 6-канальный ЦАП со встроенным датчиком температуры
- Программируемый последовательный порт *USART*
- Последовательный интерфейс *SPI*
- Интерфейс *I2C*
- Программируемый сторожевой таймер с отдельным внутренним генератором
- Внутренняя схема сравнения напряжений
- Блок обработки прерываний и пробуждения при изменении напряжений на выводах микроконтроллера

Специальные функции микроконтроллера ATmega328:

- Сброс при включении питания и программное распознавание снижения напряжения питания



- Внутренний калибруемый генератор тактовых импульсов
- Обработка внутренних и внешних прерываний
- 6 режимов сна (пониженное энергопотребление и снижение шумов для более точного преобразования АЦП)

Напряжения питания и скорость процессора:

- 1.8 – 5.5 В при частоте до 4 МГц
- 2.7 – 5.5 В при частоте до 10 МГц
- 4.5 – 5.5 В при частоте до 20 МГц

Схема подключения микроконтроллера представлена на рисунке 3

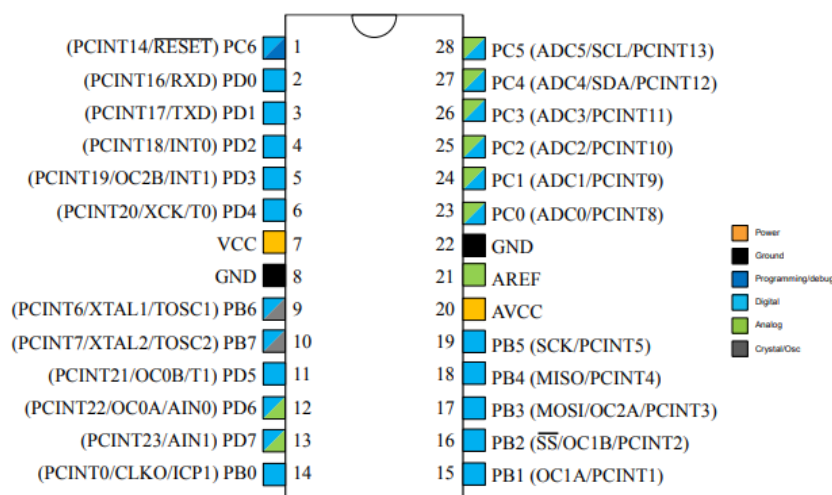


Рис. 3 - схема микропроцессора

Выберем кварцевый генератор частотой 8.0 - 16.0МГц типа *CKSEL* [3:1] 111 16K СК

Для фильтрации ВЧ-помех в линии питания добавлены конденсаторы C1, C2. Выберем конденсаторы C1, C2 марки Конденсатор керамический дисковый 12 пФ х 50В, *NPO*, +/-5% [2].

Разработка ИЧМ.

Интерфейс человек-машина состоит из матричной клавиатуры 1х5. ИЧМ изображён на рис. 4.

Для работы клавиатуры требуется постоянное питание 5В и аналоговый вход на схеме.

При нажатии на кнопку происходит падение напряжение на резисторах R9-R12. Резистор R8 используется в качестве подтягивающего резистора, чтобы избежать непредвиденных колебаний напряжения.

Рассчитаем общее необходимое сопротивление цепи ключей, когда ток проходит через все резисторы $R = UI = 5В / 0,01А = 500 \text{ Ом}$.

Таким образом значение резисторов будет $R1 = R5 = 500 / 5 = 100 \text{ Ом}$. Подходит резистор: *MF-25 (C2-23)* [5], параметры которого а таблице 5:

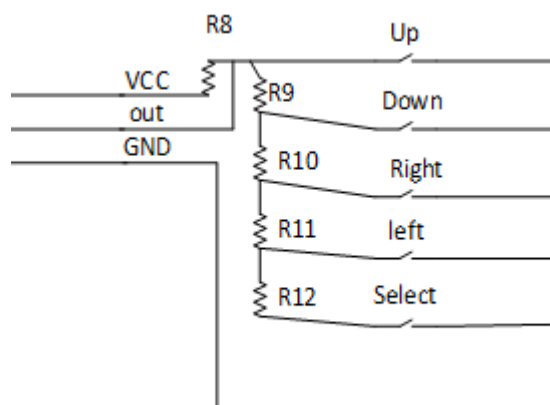


Рис. 4 – Принципиальная схема матричной клавиатуры 1x5

Таблица 5

Параметры резистора MF-25 (C2-23)

Тип	C2-23
Номин. сопротивление	100
Единица измерения	<u>Ом</u>
Погрешность, %	+/-5
Номин. мощность, Вт	0.25
Макс. рабочее напряжение, В	500
Рабочая температура, С	-55...155

Выбираем сканер *WAVESHARE AMP-V14810*. Схема сканера предоставлена на рис. 5.

Характеристики [3]:

Интерфейсы: *UART, USB*

- Форматы штрихкодов 1D: *Codabar, Code 11, Code 39, Code 93, UPC/EAN, Code 128, GS1-128, GS1 DataBar*
- Форматы штрихкодов 2D: *QR Code, Data Matrix, PDF417*
- Подсветка: белый светодиод
- Световой маркер: красный светодиод
- Углы сканирования кода: поворот 360°, наклон $\pm 60^\circ$
- Угол обзора: 28° (горизонтальный), 21,5° (вертикальный)
- Напряжение питания: 5 В
- Напряжение логических уровней: 3,3 В
- Ток потребления: 135 мА (сканирование), 58 мА (покой), 2 мА (режим сна)
- Габариты: 53,3×21,4×16,5 мм

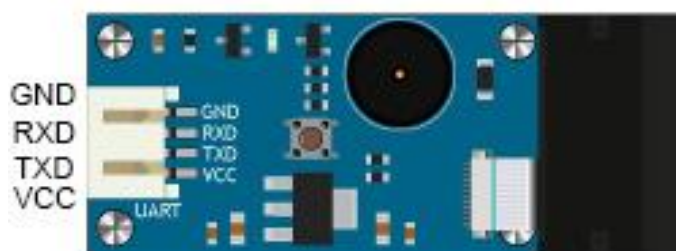


Рис. 5 - Плата сканера



Выбираем двигатель *Nema 17*, изображение двигателя предоставлено на рис. 6.



Рис. 6 – Двигатель Nema 17 компании Rtelligent

Шаговый мотор *NEMA 17* – это биполярный двигатель с высоким крутящим моментом. Может поворачиваться на заданное число шагов. За один шаг совершает оборот на $1,8^\circ$, соответственно полный оборот на 360° осуществляет за 200 шагов. Характеристики двигателя представлены в таблице 6 [4].

Таблица 6

Технические характеристики двигателя Nema 17

Наименование параметра	Значение
Количество Фаз	2
Шаг Угла($^\circ$)	$1.8^\circ \pm 5\%$
Удерживающий Момент (Н/м)	0.2 Н/м
номинальный ток (А)	1.2А
Фазная Индуктивность (мГн)	$5.1 \text{ мГн} \pm 20\%$
Phase Сопротивление (Ом)	$2.6 \text{ Ом} \pm 10\%$
Инерция ротора (г/см^2)	57 г/см^2
Диаметр вала (мм)	5 мм
Вес мотора (кг)	0.3 кг
Длина мотора (мм)	40 мм

Плата *Arduino* способна выдавать напряжение 5V, тогда как мотор работает от большего напряжения (12 V). Так что нам понадобится дополнительный модуль – драйвер *A4988*. Схема драйвера предоставлена на рис. 7.

Плата создана на базе микросхемы *A4988* компании *Allegro* – драйвера биполярного шагового двигателя. Особенности *A4988* являются регулируемый ток, защита от перегрузки и перегрева, драйвер также имеет пять вариантов микрошага (вплоть до 1/16-шага). Он работает от напряжения 8 - 35 В и может обеспечить ток до 1 А на фазу без радиатора и дополнительного охлаждения.

Характеристики [5].

- напряжения питания: от 8 до 35 В;
- возможность установки шага: от 1 до 1/16 от максимального шага;
- напряжение логики: 3-5.5 В;
- защита от перегрева;
- максимальный ток на фазу: 1 А без радиатора, 2 А с радиатором;
- расстояние между рядами ножек: 12 мм;
- размер платы: 20 x 15 мм;
- габариты драйвера: 20 x 15 x 10 мм;



- габариты радиатора: 9 x 5 x 9 мм;
- вес с радиатором: 3 г;
- без радиатора: 2 г.



Рис. 7 – Драйвер A4988

Принципиальная схема драйвера A4988 представлена на рис. 8:

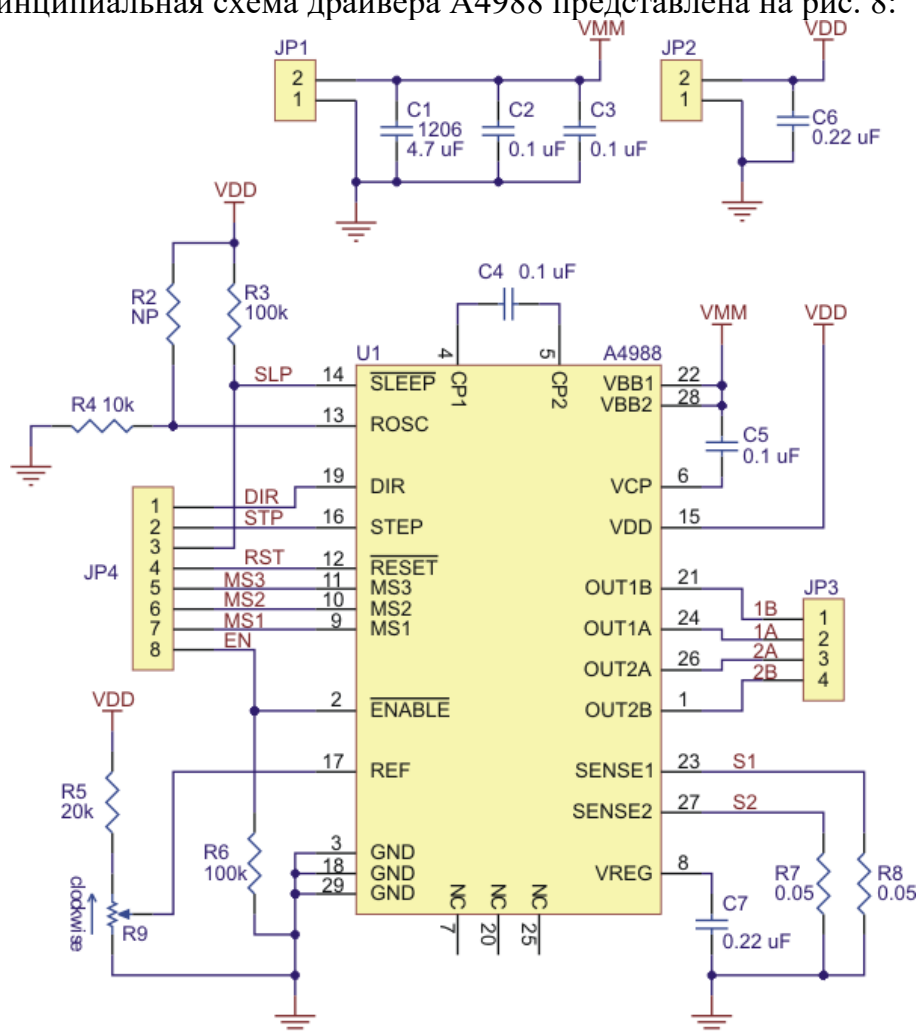


Рис. 8 – Принципиальная схема драйвера A4988

Для определения положения сканера по осям X и Y будем использовать лазерный дальномер.

На рис. 9 представлена принципиальная схема лазерного дальномера.

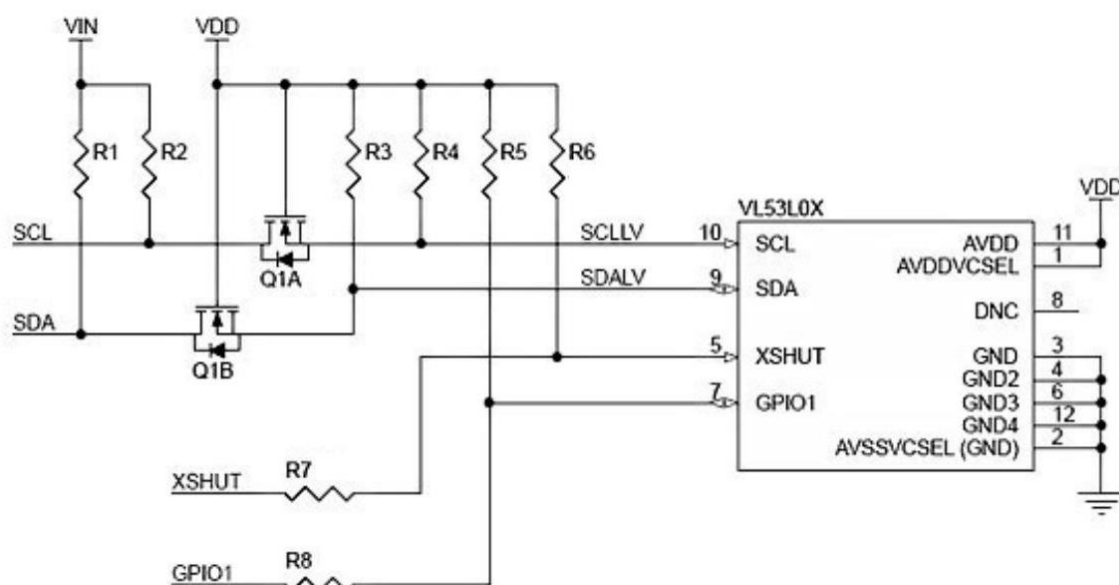


Рис. 9 – Принципиальная схема лазерного дальномера

Пины на схеме:

XSHUT - сигнал от Arduino к микропроцессору: 2,8 В; *GPIO1* - сигнал от процессора Arduino: 2,8 В; *VIN* – питание: 2.6-5 В; *VDD* - напряжение, которое подается на сток полевого транзистора: 2,8 В; *SCL* - шина тактирования: 0-5 В; *SDA* - шина последовательных данных: 0-5 В;

Проводим расчёт резисторов при токе питания 20 мА, токе от микропроцессора к *Arduino* 10 мА.

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{U_{VIN}}{I_{пит}} = \frac{5}{20 * 10^{-3}} = 250 \text{ Ом} \\ R_2 &= \frac{U_{VIN}}{I_{пит}} = \frac{5}{20 * 10^{-3}} = 250 \text{ Ом} \\ R_3 &= \frac{U_{VDD}}{I_{пит}} = \frac{2,8}{20 * 10^{-3}} = 140 \text{ Ом} \\ R_4 &= \frac{U_{VDD}}{I_{пит}} = \frac{2,8}{20 * 10^{-3}} = 140 \text{ Ом} \\ R_5 &= \frac{U_{VDD}}{I_{плат}} = \frac{2,8}{10 * 10^{-3}} = 280 \text{ Ом} \\ R_6 &= \frac{U_{VDD}}{I_{плат}} = \frac{2,8}{10 * 10^{-3}} = 280 \text{ Ом} \\ R_7 &= \frac{U_{XSHUT}}{I_{плат}} = \frac{2,8}{10 * 10^{-3}} = 280 \text{ Ом} \\ R_8 &= \frac{U_{GPIO1}}{I_{плат}} = \frac{2,8}{10 * 10^{-3}} = 280 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Выбираем резисторы: *R1-R2*: *CF-100 (C1-4)* : [7] , параметры которого:



Таблица 7

Параметры резистора CF-100 (C1-4)

Тип	C1-4
Номин.сопротивление	240
Единица измерения	<u>Ом</u>
Погрешность, %	+/-5
Номин.мощность, Вт	<u>1</u>
Макс.рабочее напряжение, В	500
Рабочая температура, С	-55...155

R3-R4: CF-100 (C1-4): [8], параметры которого:

Таблица 8

Параметры резистора CF-100 (C1-4)

Тип	C1-4
Номин.сопротивление	140
Единица измерения	<u>Ом</u>
Погрешность, %	+/-5
Номин.мощность, Вт	<u>1</u>
Макс.рабочее напряжение, В	500
Рабочая температура, С	-55...155

R5-R8: CF-100 (C1-4): [9], параметры которого:

Таблица 9

Параметры резистора CF-100 (C1-4)

Тип	C1-4
Номин.сопротивление	280
Единица измерения	<u>Ом</u>
Погрешность, %	+/-5
Номин.мощность, Вт	<u>1</u>
Макс.рабочее напряжение, В	500
Рабочая температура, С	-55...155

Все резисторы (R1-R8) имеют погрешность 5%, суммарная погрешность резисторов будет равна их геометрической сумме:

$$\delta_{\Sigma i} = \sqrt{\delta_i^2} = \sqrt{0,05^2 * 8} = 0,1414 = 0,14\%$$

Элементы Q1A и Q1B являются ключами и не несут влияние на погрешность схемы.

Список цитируемой литературы

1. <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno> – Arduino.uno [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
2. <https://www.chipdip.ru/product0/9000048277> – ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
3. <https://www.chipdip.ru/product/barcode-scanner-module>: - ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
4. <https://aliexpress.ru/item/4000329570564> – AliExpress [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
5. <https://www.chipdip.ru/product0/47324> - ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
6. <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/drajver-shagovogo-dvigatelya-a4988/> - 3D-Diy [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)



ISSN 2658 – 7505

Выпуск №1, 2021

Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

7. <https://www.chipdip.ru/product0/41486> - ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
8. <https://www.chipdip.ru/product0/17429> - ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)
9. <https://www.chipdip.ru/product0/16883> - ЗАО «ЧИП и ДИП» – Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты [Электронный ресурс] (Дата обращения: 18.12.2020)

© А.Ю. Полухин, 2021