

УДК 681.23

Шубина Н. В.,

*к.т.н., доцент кафедры информационных технологий
Филиал РГППУ в г.Нижнем Тагиле
г.Нижний Тагил, Россия*

Васева Е. С.

*к.п.н., доцент кафедры информационных технологий
Филиал РГППУ в г.Нижнем Тагиле
г.Нижний Тагил, Россия*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФРЕЗЕРНЫМ СТАНКОМ

Аннотация: рассматривается объектно-ориентированный подход к проектированию системы микропроцессорного управления фрезерным станком; определены необходимые составляющие для разработки системы, сборки фрезерного станка; описана технология сборки фрезерного станка и изготовления платы драйверов управления шаговыми двигателями на фрезерном станке с числовым программным управлением.

Ключевые слова: микропроцессорное управление, проектирование, фрезерный станок с числовым программным управлением, контроллер, драйвер, шаговый двигатель.

Shubina N.V.,

*Ph. D., associate Professor of information technology
Branch of RSPU in Nizhny Tagil
Nizhny Tagil, Russia*

Vaseva E.S.

*Ph. D., associate Professor of information technologies Department
Branch of RSPU in Nizhny Tagil
Nizhny Tagil, Russia*

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM MILLING MACHINE

Abstract

An object-oriented approach to the design of a microprocessor control system for a milling machine is considered; the necessary components for the development of the system, assembly of the milling machine; describes the technology of assembly of a milling machine and the manufacture of a driver board for controlling stepper motors on a milling machine with numerical program control.

Key words: microprocessor control, design, numerical controlled milling machine, controller, driver, stepper motor.

Появление развитой вычислительной техники, персональных компьютеров, информационных сетей открывает широкие возможности для дальнейшего развития оборудования – от автоматизации его проектирования до создания высокоадаптивных машин и систем различного назначения. К сегодняшнему дню в машиностроении широко используются детали, содержащие сложно-профильные поверхности, а именно: формообразующие поверхности штампов, пресс-форм, копиры и многие другие.

Обычный технологический процесс обработки сложно профильных поверхностей включает в себя следующие операции: заготовительная, фрезерная, доводочная. Последняя выполняется вручную, при этом трудоемкость операции определяется выходными параметрами поверхности после фрезерования. Поэтому, обеспечив высокий класс шероховатости на стадии фрезерования, можно сократить время на доводку, которая является наиболее трудоемкой частью технологического процесса.

При использовании станков с числовым программным управлением (ЧПУ), наряду с повышением производительности, сроки подготовки производства сокращаются почти вдвое. Вместе с тем резко сокращаются слесарно-доводочные и другие работы, требующие больших трудозатрат, уменьшается вероятность ошибок.

ЧПУ станок должен быть многофункциональным, должен справляться с разнообразными предназначениями: фрезерование, лазерная резка, сверление, гравировка и пр. с незначительными изменениями конфигурации станка. Станок с ЧПУ, который не приспособлен к изменчивым и увеличивающимся потребностям сегодняшнего производства вряд ли стоит приобретать. Вместе с тем стоимость готового станка с числовым программным управлением довольно велика. Один из выходов – проектирование функционирования оборудования микропроцессорным управлением и в дальнейшем самостоятельная сборка и настройка станка с ЧПУ.

Для моделирования системы микропроцессорного управления фрезерным станком воспользуемся унифицированным языком моделирования (Unified Modeling Language). UML – это язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес-процессов, системного проектирования и отображения организационных структур [1].

Процесс проектирования платы управления следует начать с выделения основных процессов. На диаграмме вариантов использования (диаграмме прецедентов, usecase diagram) изображаются отношения между актерами и вариантами использования (рис. 1).

На диаграмме изображены актеры – микроконтроллер, персональный компьютер, шаговый двигатель 1, 2 и 3 и варианты их использования.

Персональный компьютер подает информацию на микроконтроллер, а микроконтроллер отправляет импульсы на шаговые двигатели.

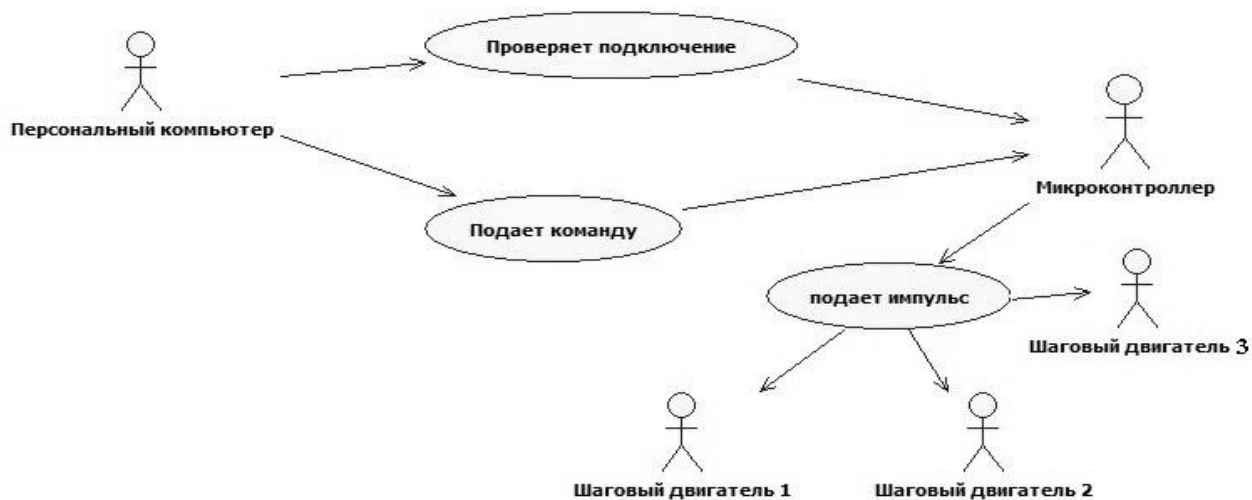


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Диаграмма деятельности иллюстрирует работу микроконтроллера на рисунке 2. При включении специалистом питания, с персонального компьютера подается сигнал на микроконтроллер, после чего микроконтроллер подает импульс на шаговые двигатели, чтобы они вращались.

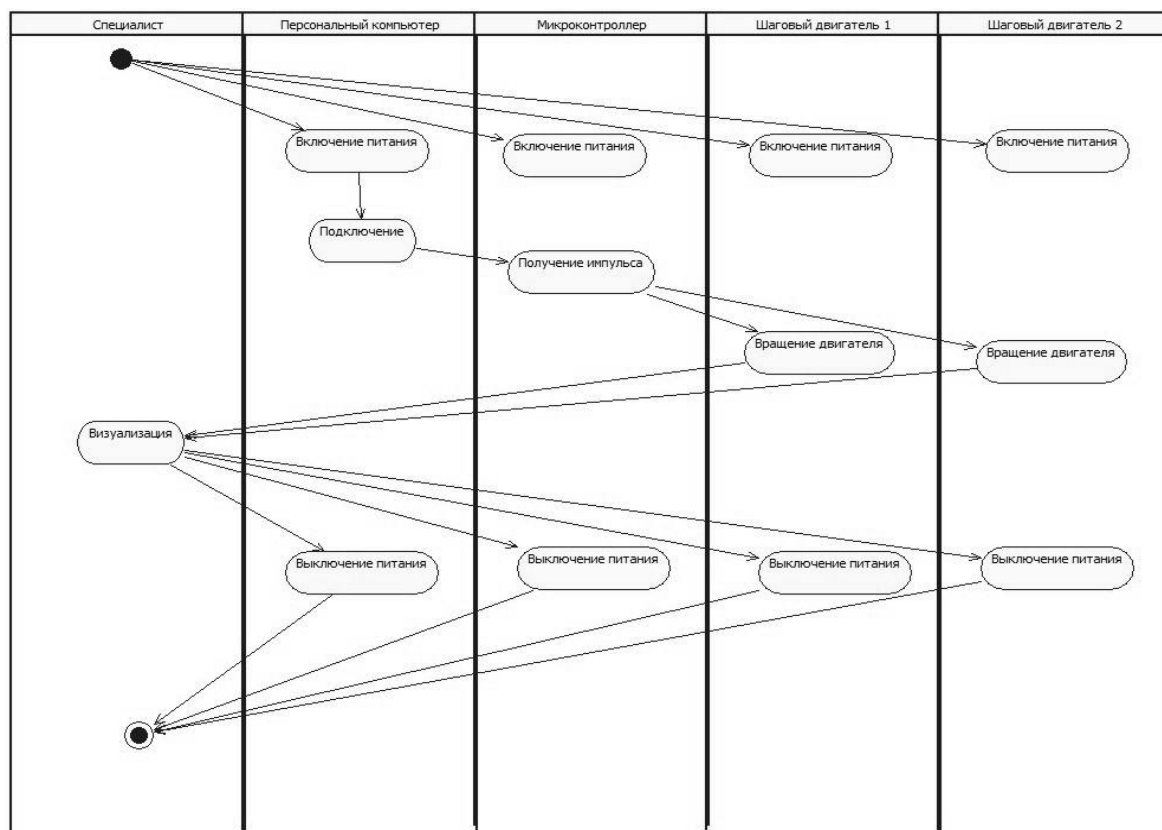


Рис. 2. Диаграмма деятельности

Создадим модель, позволяющую показать принципы демонстрирующие все основные плюсы технологии управления осями X, Y, Z (рис. 3). Макет трехмерного фрезерного станка с ЧПУ предназначен для фрезерования,

сверления или других операций. С помощью специальной операционной системы с компьютера сигналы подаются на LPT порт и поступают на контроллер через кабель LPT и затем на драйвер и шаговые двигатели.

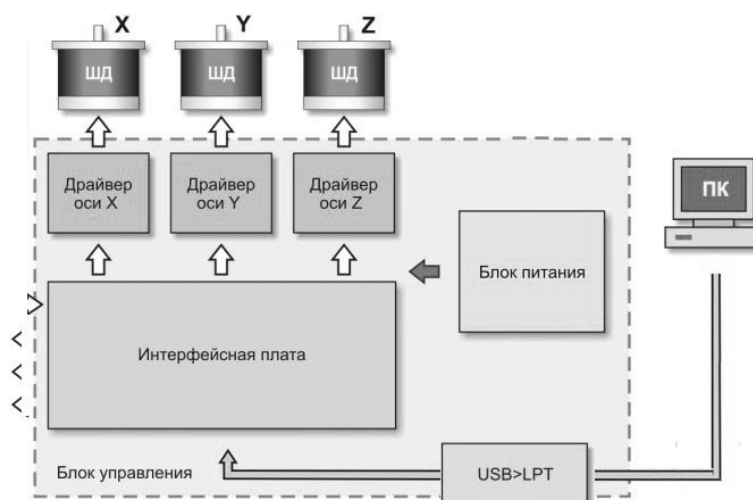


Рис. 3. Структурная схема устройства

Станок трехмерного фрезерного станка с ЧПУ можно подключить к компьютеру через наиболее простой и в тоже время наиболее универсальный интерфейс LPT [2].

Как правило, в IBM-совместимом компьютере присутствуют один разъем параллельного коммуникационного порта (LPT порт) [3]. LPT порт расположен на задней стенке системного блока компьютера, представляет собой 25-контактный разъем («розетка») типа DB-25S. Поэтому проектируемое устройство требуется снабдить разъемом LPT DRB-37MA для печатного монтажа.

При посылке какой-либо информации в порт, на линиях d0–d7 появится набор сигналов, то есть распределение напряжений низкого уровня и высокого уровня, соответствующих логическому нулю или единице (рис. 4).

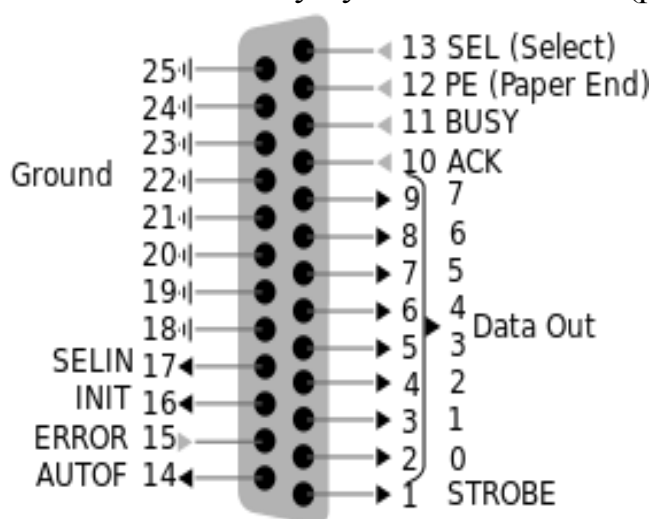


Рис. 4. Внешний вид порта LPT

В принципиальной схеме основу составляет контроллер на трех микросхемах K555TM7. Схема контроллера изображена на рисунке 5, на него

напрямую подаются сигналы с LPT порта. Всю электрическую схему можно разбить на две части: контроллер (буфер) и драйвер (рис. 5).

Сигналы от контроллера через резисторы идут к ключам (драйверам) их тоже три, так как в конструкции будут использоваться три шаговых двигателя, то есть один драйвер одному шаговому двигателю.

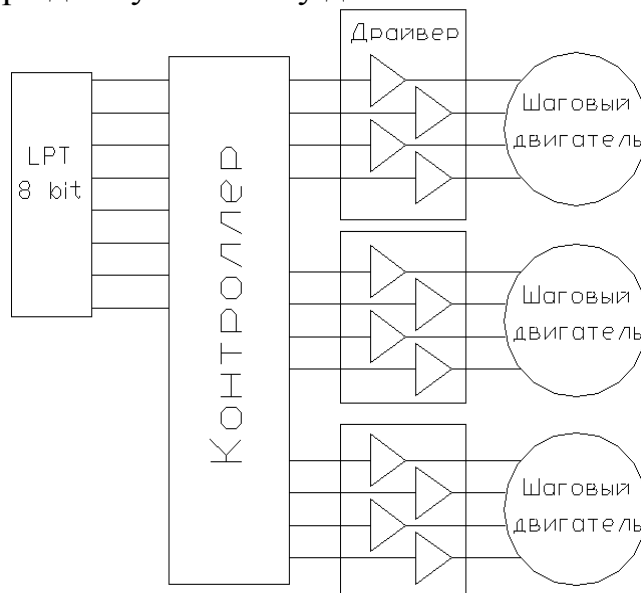


Рис. 5. Контроллер и драйвер

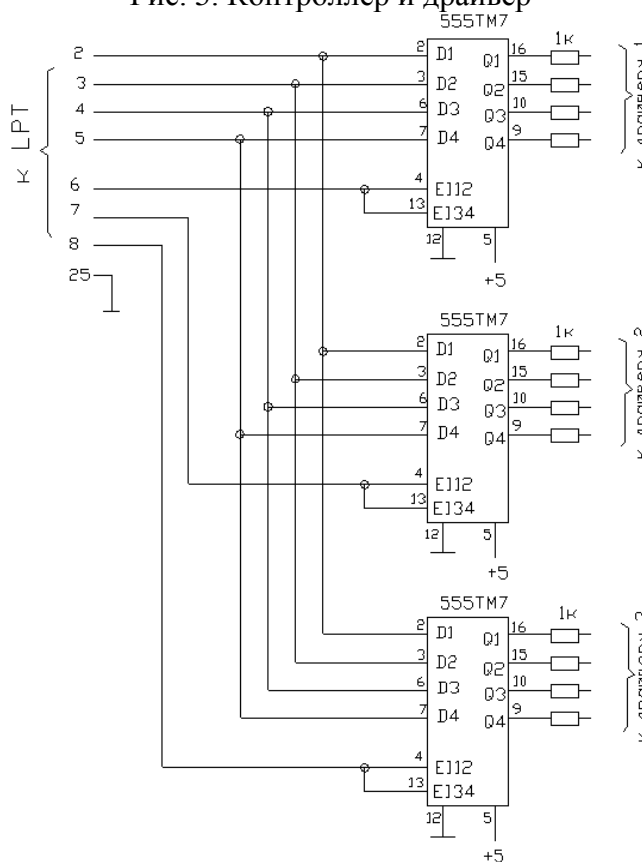


Рис. 6. Подключение контроллера. Схема электрическая принципиальная

Контроллер транслирует входящие сигналы определенного формата в сигналы понятные драйверу. Контроллеры выдают, а драйвера принимают,

последовательность в виде четырех импульсов – условно А, В, С, D (режим полного шага), или А, АВ, В, ВС, С, CD, D, AD (режим полушага).

Контроллер подключен к LPT. Назначение выводов разъема порта LPT приведены в таблице 1. Данные передаются на триггеры ТМ7 выводы 2, 3, 6, 7 (D1, D2, D3, D4), а адреса определяют какой из триггеров запишет эти данные.

Таблица 1

Запись данных на триггеры

Биты LPT								Примечание
7	6	5	4	3	2	1	0	
адрес № драйвера				данные				
4	3	2	1	4	3	2	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	Данные 0101 запишутся в триггер 1 и передадутся в драйвер 1
0	0	1	0	0	1	0	1	Данные 0101 запишутся в триггер 1 и передадутся в драйвер 2
0	1	0	0	0	1	0	1	Данные 0101 запишутся в триггер 1 и передадутся в драйвер 3
0	0	0	0	1	0	1	1	Данные никуда не поступят, т.к. не выбран «адрес»

Реализация этапа проектирования позволила сделать выводы о составе комплектующих, необходимых для сборки фрезерного устройства с программным управлением:

- Комплект для сборки станины с рабочей областью 1000x500x100.
- Шаговые двигатели 3 шт.
- Направляющие и ходовые винты.
- Контроллер шаговых двигателей.
- Шпиндель 800w.
- Корпус для платы контроллера и блока питания.

При самостоятельном изготовлении фрезерного станка ЧПУ, одним из самых сложных моментов является обеспечение точности установки направляющих и ходового винта. Они должны быть строго параллельны между собой, именно от этого зависит плавность хода и рабочая точность изготавливаемого станка. Предусмотренные в наборе готовые фрезерованные детали, изготовленные на ЧПУ станке, обеспечивают требуемую точность установки направляющих и ходового винта. При сборке не потребуется ничего позиционировать, нужно лишь вставить направляющие и опорные подшипники ходового винта в посадочные места готовых фрезерованных деталей и скрепить конструкцию крепежом из комплекта, используя готовые отверстия для сборки. Установка шаговых двигателей производится в посадочные места осей X, Y, Z. Покрытие рабочего стола осуществлялось алюминиевым профилем с отверстиями для крепления М6.

Установка направляющих, сборка станины, установка шаговых двигателей и покрытие рабочего стола станины алюминиевым профилем представлены на рисунке 7.



Рис. 7. Сборка фрезерного станка

Следующим этапом была разработка платы драйверов управления шаговыми двигателями на фрезерном станке с числовым программным управлением (рис. 8). Рисунок платы был разработан с помощью программного обеспечения Proteus и перенесен с помощью распечатки шаблона на лазерном принтере и копирки утюгом на фольгированный стеклотекстолит с дальнейшим помещением в раствор хлорида железа для вытеснения лишнего медного покрытия [4-6].

С помощью паяльной станции проводилась ручная пайка предварительно выбранных компонентов. Непосредственно перед пайкой подготовили поверхность и покрыли флюсом. Принципы воздействия флюса включают в себя растворение, разрыхление и всплывание на его поверхности окисные пленки металла и припоя. Препятствием возникновению окисных пленок будет защитный слой флюса, появившийся вокруг очищенного металла. Замещением флюса может быть жидкий припой взаимодействующий с основным металлом. При прекращении нагрева слой припоя постепенно увеличивается и затвердевает.

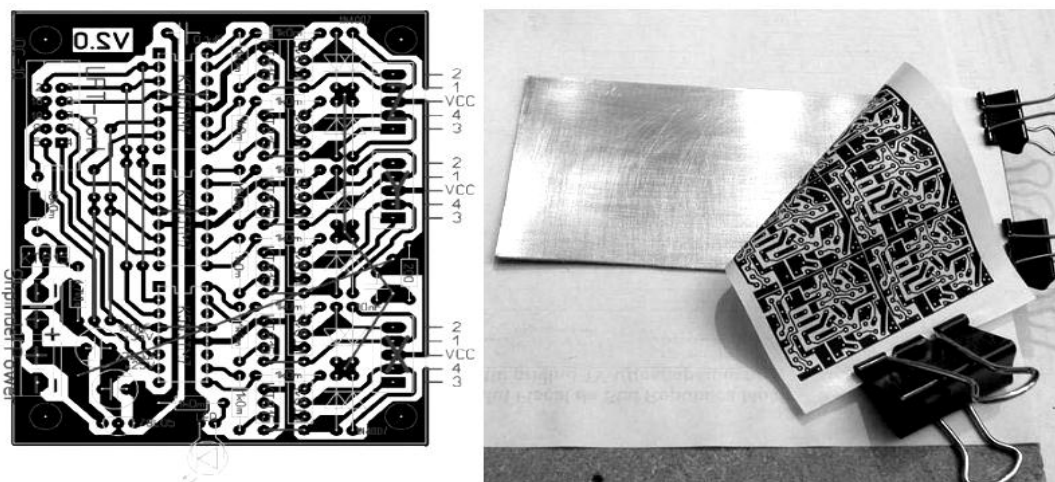


Рис. 8. Изготовление платы

Пайка схемы осуществлялась с компонентами, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Перечень элементов для разработки

Обозначение	Элементы схемы	Количество, шт.
DD6	74НС595М Регистр сдвига	1
DD7	74НС04 инвертор	1
DD8	МС74VНС1GT125 DF2 неинвертирующий буфер	1
DA1	TL4050	1
DA2-DA10	NJM4580 операционный усилитель	3
C ₁ , C ₅ , C ₂₆ , C ₄₉ , C ₅₄ , C ₃₈ , C ₃₉	Конденсатор 0,1мкф	3
R ₁ , R ₅ , R ₁₀ , R ₁₅ , R ₁₄ , R ₉ , R ₂₀ , R ₁₉ , R ₂₅ , R ₃₀ , R ₃₅ , R ₂₄ , R ₂₉ , R ₃₄ , R ₃₉ , R ₄₂ , R ₄₅ , R ₄₆ , R ₄₈	Резистор 10 кОм	2
R ₁₇ , R ₁₈ , R ₂₂ , R ₂₃ , R ₂₇ , R ₂₈ , R ₃₂ , R ₃₃ , R ₃₆ , R ₄₃ , R ₃₈ , R ₄₄ , R ₃₇	Резистор 316 Ом	1
R ₄₀	Резистор 1 МОм	1
R ₄₇	Резистор 100 Ом	1
R ₆ , R ₁₁ , R ₁₆ , R ₂₁ , R ₂₆	Резистор 5 кОм	5

Завершающим этапом является настройка и синхронизация программного обеспечения со станком с ЧПУ. В качестве программного обеспечения может использоваться, например, пакет Mach3, который работает на ПК и превращает его в экономичную станцию управления станком.

Разработанная система микропроцессорного управления фрезерным станком с ЧПУ позволит использовать его для быстрого и качественного изготовления изделий для собственного пользования или на продажу. На выходе можно получать разнообразную продукцию из дерева: предметы декора, мебель, сувениры и другие изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буч Г. UML: Руководство пользователя. М.: ДМК, 2008. 356 с.
2. Рябенский В.М., Ходаков В.Е. Компьютерное управление внешними устройствами через стандартные интерфейсы. М.: Херсон. Олдин-плюс, 2008. 380 с.
3. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами. Пер. с англ. П.В Мерещука. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2004. 320 с.
4. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник / Е. В. Пирогова. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. 560 с.

5. Платы печатные. Основные параметры конструкции: ГОСТ Р 53429–2009. Введ. 27.11.2009 г. N 519-ст. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.

6. Правила выполнения чертежей печатных плат: ГОСТ 2.417. Введ. 01.07.1992 г. М.: Стандартинформ, 2007. 4 с.