

Московский государственный технический университет им. Н.Э.  
Баумана

Контроллер шагового и асинхронного двигателей.  
Описание программы  
РОФ.МГТУ.000001-01 РПЗ

Листов \_\_\_\_

Подп. и дата	
Инв. N дубл.	
Взам. Инв. N	
Подп. и дата	
Инв. N подп.	

Проверил \_\_\_\_\_ Рафиков А.Г.  
(подпись, дата)  
Разработал \_\_\_\_\_ Малютин Р.С.  
(подпись, дата)  
\_\_\_\_\_ Храпов Н.А.  
(подпись, дата)

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>1 ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1 ОПИСАНИЕ СХЕМЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.2.1 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.2.2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЗИСТОРОВ И КОНДЕНСАТОРОВ.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.2.3 РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.4 РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.5 ВНЕШНИЙ ВИД АППАРАТНОЙ ЧАСТИ.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.6 ОХЛАЖДЕНИЕ .....</b>	<b>8</b>

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

В современном технологическом пространстве, где автоматизация играет ключевую роль в различных отраслях промышленности, разработка эффективных систем управления двигателями становится неотъемлемой частью инженерной практики. В этом контексте, контроллеры асинхронного и шагового двигателей представляют собой важные компоненты для обеспечения точности, надежности и эффективности работы механизмов.

С каждым днем растет спрос на автоматизированные системы в промышленности, бытовой технике, робототехнике и других областях, что придает большое значение разработке продвинутых устройств управления двигателями. Контроллеры асинхронного и шагового двигателей являются важными элементами таких систем, обеспечивая точное и эффективное управление движением механизмов.

Цель настоящей работы состоит в разработке контроллера, способного обеспечить оптимальное функционирование асинхронных и шаговых двигателей. Путем изучения существующих методов управления, анализа технических характеристик двигателей и разработки соответствующих алгоритмов управления, мы стремимся к созданию эффективной системы, способной соответствовать требованиям различных промышленных и бытовых приложений.

## 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В свете быстрого развития промышленных технологий и постоянной необходимости в эффективном управлении механизмами, контроллеры асинхронного и шагового двигателей занимают центральное место в автоматизированных системах. Назначение этих устройств простирается на множество областей промышленности и техники, начиная от производственных линий и заканчивая бытовыми приложениями.

Основное предназначение контроллеров асинхронного и шагового двигателей заключается в обеспечении точного и эффективного управления движением механизмов. Эти устройства играют важную роль в автоматизации процессов производства, обеспечивая стабильность работы механических устройств и точное позиционирование в пространстве.

На сегодняшний день на рынке представлены различные модели контроллеров, такие как Modicon M340, Siemens SIMATIC S7, Delta Electronics ASDA-A2, каждая из которых обладает своими характеристиками и функциональными возможностями. Эти разработки позволяют реализовать управление двигателями с высокой точностью и надежностью, что делает их привлекательным выбором для широкого спектра применений в промышленности и технике.

Контроллеры асинхронного и шагового двигателей предоставляют ряд преимуществ для различных отраслей:

- В промышленной автоматизации они обеспечивают стабильное и точное управление механизмами на производственных линиях и конвейерах.
- В робототехнике они позволяют реализовать точное позиционирование и движение манипуляторов и роботов.
- В системах транспорта они обеспечивают эффективное управление движением автомобилей, поездов и других транспортных средств.

- В бытовой технике они могут использоваться для управления двигателями в стиральных машинах, посудомоечных машинах и других устройствах.

Контроллер асинхронного и шагового двигателей, реализованный в данном проекте, позволяет упростить процесс управления двигателями и предоставляет возможность удаленного подключения и управления по локальной сети, что позволяет большему количеству людей беспрепятственно использовать данные типы двигателей.

### **3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

#### **3.1 Аппаратная часть**

##### **3.1.1 Описание схемы**

Исходя из технического задания были разработаны техническая и программная части для устройства. В качестве основных компонентов были выбраны контроллер PIC18F45K22, Ethernet-адаптер ENC28J60.

На плате присутствует модуль с портом Ethernet, который необходим для связи устройства управления двигателями с сетью, по которой и происходит подключение и управление контроллером.

Также, в аппаратной части присутствуют такие элементы, как резисторы, конденсаторы и кварцевые резонаторы.

##### **3.1.2 Обоснование выбора компонентов**

###### **3.1.2.1 Обоснование выбора микропроцессорного модуля**

Выбор микроконтроллера PIC18F45K22 обусловлен низкой стоимостью, высокой скоростью работы.

В отличие от одноплатных компьютеров, таких как Raspberry Pi 4, контроллер PIC работает без операционной системы: все ресурсы платформы посвящены выполнению одной программы, которая обрабатывает входящие ТСР пакеты и управляет исполнительными устройствами.

###### **3.1.2.2 Обоснование выбора резисторов и конденсаторов**

Все компоненты выбирались в форм-факторе SMD, так как установка компонентов на печатную плату технологией поверхностного монтажа сильно упрощает и удешевляет процесс производства.

Компоненты выбирались с минимально подходящей точностью. Высокая точность маркировок повышает стоимость компонентов и необходима для чувствительной электроники. Для наших целей отсутствует необходимость в высокой точности, так как все электроприборы работают в достаточно широком диапазоне значений.

### 3.1.2.3 Расчет времени наработки на отказ

Для подсчета времени наработки устройства на отказ, проанализируем интенсивность отказа для всех компонентов и соединений. Для подсчета вероятности отказа одного элемента или соединения используется распределение Пуассона. Плотность функции вероятности имеет следующий вид:

$$\frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}$$

Вероятность отказа будет рассчитываться по формуле:

$$P = e^{-t\lambda}, t - \text{время работы устройства.}$$

Определим интенсивность отказа для каждого элемента и соединения:

Наименование элемента	Интенсивность отказов, $\lambda * 10^{-6}$	Количество, N
Конденсаторы	0,044	11
Резисторы	0,088	25
Кварцевые резонаторы	0,052	1
Транзистор	0,421	6
Микросхемы	0,049	6
Разъемы	0,05	1
Плата	1,032	1
Диоды	0,16	3

Суммарная интенсивность отказов  $\lambda = 7,118 * 10^{-6}$

Среднее время наработки на отказ:  $T = \frac{1}{\lambda} = 140488$  часов

### 3.1.4 Расчет потребляемой мощности

В общем виде, потребляемая мощность устройством рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\Sigma} = \Sigma(U_{\text{пит.устр}} * I_i)$$

Где  $I_i$  – потребляемый ток i-го элемента.

Ток потребления равен  $A = 3$  А.

Таким образом, максимальная потребляемая мощность устройства равна:

$$P_{\Sigma} = 5.5\text{В} * 3\text{А} = 16.5\text{Вт}$$

### 3.1.5 Внешний вид аппаратной части

На приведенных ниже фотографиях можно увидеть внешний вид аппаратной части.

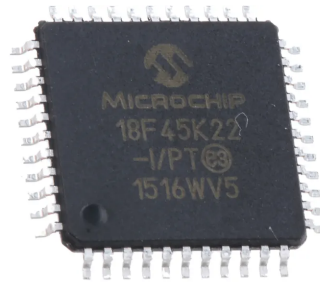


Рисунок 1 – Микроконтроллер PIC18F45K22

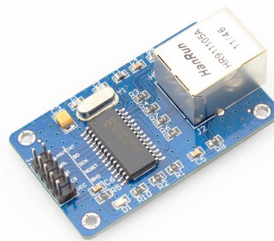


Рисунок 2 – Ethernet-адаптер ENC28J60

### 3.1.6 Охлаждение

Согласно документации, расчетное тепловыделение микроконтроллера PIC18F45K22 составляет 1 Вт, расчетное тепловыделение центральной платы 0.5 Вт, итого 1.5 Вт. Учитывая вентиляционные отверстия в корпусе, естественной конвенции будет достаточно для охлаждения.

## 3.2 Программная часть

### 3.2.1.1 Описание программной части

Программная часть опытного образца представляет собой программное обеспечение для работы микроконтроллера PIC18F45K22.

### 3.2.2.1 Программное обеспечение для микроконтроллера PIC18F45K22

Исходным языком программирования для программы на микроконтроллере PIC18F45K22 является С. Выбор языка обусловлен



производительностью, скоростью работы и возможность компиляции под архитектуру микроконтроллера.

Программа реализует следующие функции:

- Обработку TCP пакетов
- Прием и обработка команд управления определенного формата
- Управление асинхронным двигателем
- Управление шаговым двигателем
- Управление параметрами вращения двигателей

### 3.2.2.2 Взаимодействие с устройством

Устройство устанавливается непосредственно вблизи управляемых двигателей. Взаимодействие происходит через локальную сеть.

### 3.2.2.3 Описание модели

При наличии доступа к системе пользователю станет доступен интерфейс для взаимодействия и реализация функций ПО. Для демонстрации работы устройства необходимо включить и настроить плату. Функционал будет работать сразу в полном объеме.

Модель представляет из себя микроконтроллер PIC18F45K22, выступающий в роли обрабатывающего устройства; модуль сети ENC28J60 для передачи данных по Ethernet, подключенный по SPI интерфейсу; драйвера L297 и L298N для управления шаговым двигателем; полумостовые драйвера IR21531DPBF для управления асинхронным двигателем.

## 3.3 Испытания модели

Для проверки работоспособности устройства предлагается запустить устройство.

При эксплуатации были проверены следующие параметры программы, указанные в таблице 1.

Направление теста	Результата тестирования
Успешный запуск устройства	<i>Тест пройден</i>
Успешное подключение устройства к веб-интерфейсу	<i>Тест пройден</i>

Успешная передача команд через веб-интерфейс на устройство	<i>Тест пройден</i>
Успешная обработка корректно составленных команд	<i>Тест пройден</i>
Успешный запуск вращения шагового двигателя в различных направлениях, с различной скоростью вращения	<i>Тест пройден</i>
Успешный поворот шагового двигателя на различные углы поворота	<i>Тест пройден</i>
Успешный запуск вращения асинхронного двигателя в различных направлениях, с различной скоростью вращения	<i>Тест пройден</i>
Успешный поворот асинхронного двигателя на различные углы поворота	<i>Тест пройден</i>

## **4 ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

### **4.1 Технические показатели**

Технические показатели являются сильной стороной изделия. Функции программной части позволяют обеспечить работу системы в автономном режиме.

## **5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте производилось конструирование контроллера шагового и асинхронного двигателей. В результате была создана работающая модель устройства для осуществления поставленных задач и документация к данной модели.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А – ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ**

См. документ “Описание программы”.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РУКОВОДСТВО АДМИНИСТРАТОРА**

См. документ “Руководство администратора”.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В – РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

См. документ “Руководство пользователя”.