

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации


Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

СОГЛАСОВАНО


Декан ФЭУ



(подпись) А.С. Гудим
« 07 » 06 20 22 г.


УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС



(подпись) В.В. Солецкий
« 08 » 06 20 22 г.

Заведующий кафедрой _____



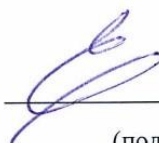
(подпись) С.П. Черный
« 02 » 06 20 22 г.

Аппаратно-программный комплекс

“Микроконтроллерная система управления бесколлекторным
электродвигателем постоянного тока”

Комплект конструкторской документации

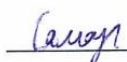
Руководитель проекта



(подпись, дата) 30.05.2022

В.А. Егоров

Ответственный исполнитель



(подпись, дата) 30.05.2022

Д.Е. Самар

Карточка проекта

| | |
|------------------------|--|
| Название | Микроконтроллерная система управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока |
| Тип проекта | Тип проекта: учебная работа |
| Исполнитель | Д.Е. Самар |
| Срок реализации | 14.02.2022- 31.05.2022 |

Использованные материалы и компоненты

| QTY | PART-REFS | VALUE | CODE |
|------------|-------------------|--------------|------------------------|
| ---- | ----- | ----- | ----- |
| Modules | | | |
| 1 | M1 | ARDUINO_NANO | |
| Resistors | | | |
| 6 | R1-R6 | 20R | M20R |
| 3 | R7,R8,R10 | 100K | M20R |
| 1 | R9 | 100 | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| 8 | R11-R16,R20,R21 | 10K | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| 4 | R17-R19,R22 | 5.1K | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| 1 | R23 | 10K | M20R |
| Capacitors | | | |
| 3 | C1,C4,C7 | 22u | Maplin WW73Q |
| 6 | C2,C3,C5,C6,C8,C9 | 470n | Maplin RA49D |
| 1 | C10 | 1n | Digikey 478-1448-1-ND |
| 2 | C11,C19 | 0.1u | Digikey 311-1261-2-ND |
| 2 | C12,C14 | 100n | Maplin RA49D |
| 1 | C13 | 10n | Maplin RA49D |
| 3 | C15-C17 | 470p | Maplin BX03D |
| 2 | C18,C21 | 470u | Maplin WW69A |
| 1 | C20 | 10u | Maplin WW69A |
| 3 | C22-C24 | 100n | Maplin BX03D |

Integrated Circuits

1 U CONN-SIL2
3 U1,U4,U5 IR2101
2 U2,U3 74HC08
1 U6 ACS712ELCTR-05B-T
1 U7 7805
1 U8 LM339

Transistors

6 Q1-Q6 IRF630

Diodes

6 D1-D6 UF4004

Miscellaneous

13 H1-H3,J1-J3,J5-J9, CONN-SIL2
V,W
1 J4 CONN-SIL3
3 J10-J12 PIN

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ЗАДАНИЕ

на разработку

Выдано студенту: Д.Е. Самар – 8МРб-1,

Название проекта: Микроконтроллерная система управления
бесколлекторным электродвигателем постоянного тока

Назначение: Реверсивный блок управления бесколлекторным
электродвигателем постоянного тока

Область использования: электропривод мехатронных модулей

Функциональное описание устройства:

Универсальный блок управления низковольтным бесколлекторным электродвигателем постоянного тока, с возможностью реверса и регулировки скорости.

Техническое описание устройства: Блок управления низковольтным бесколлекторным электродвигателем постоянного тока, содержащий: регулятор на основе однокристалльного микроконтроллера; датчики положения поля ротора; силовой блок коммутации обмоток электродвигателя; блок питания.

Требования: Возможности реверса и регулировки скорости электродвигателя.

План работ:

| Наименование работ | Срок |
|---|---------|
| Сбор и изучение материалов, необходимых для проектирования | 02.2022 |
| Разработка блок-схемы устройства | 02.2022 |
| Выбор элементов, разработка принципиальной схемы устройства | 03.2022 |
| Разработка программного кода и моделирование системы | 03.2022 |
| Разработка печатной платы | 04.2022 |
| Изготовление прототипа устройства | 04.2022 |
| Тестирование и финальная отладка | 05.2022 |
| Оформление отчета | 05.2022 |

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Блок-схема устройства _____
 2. Принципиальная схема устройства _____
 3. Печатная плата устройства _____
 4. Блок схемы алгоритмов _____
 5. Внешний вид устройства _____
-
-

Руководитель проекта _____

В.А. Егоров

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ПАСПОРТ

Аппаратно-программный комплекс
«Микроконтроллерная система управления бесколлекторным
электродвигателем постоянного тока»

Руководитель проекта

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Egorov', written over a horizontal line.

30.05.2022

(подпись, дата)

В.А. Егоров

Ответственный исполнитель

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Samar', written over a horizontal line.

30.05.2022

(подпись, дата)

Д.Е. Самар

Комсомольск-на-Амуре 2022

Содержание

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Общие положения | 8 |
| 1.1 | Наименование изделия | 8 |
| 1.2 | Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы..... | 8 |
| 1.3 | Перечень организаций, участвующих в разработке системы | 8 |
| 1.4 | Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах | 9 |
| 2 | Назначение и принцип действия | 10 |
| 2.1 | Назначение изделия | 10 |
| 2.2 | Области использования изделия | 10 |
| 2.3 | Принцип действия..... | 10 |
| 3 | Состав изделия и комплектность..... | 11 |
| 4 | Технические характеристики | 12 |
| 4.1 | Основные технические характеристики блока | 12 |
| 5 | Устройство и описание работы изделия | 13 |
| 5.1 | Устройство изделия | 13 |
| 5.2 | Описание работы изделия | 14 |
| 6 | Условия эксплуатации | 15 |
| 6.1 | Правила и особенности размещения изделия | 15 |
| 6.2 | Меры безопасности..... | 16 |
| 6.3 | Правила хранения и транспортирования..... | 16 |

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Микроконтроллерная система управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование системы – аппаратно-программный комплекс «Микроконтроллерная система управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока» (АПК *МСУБЭПТ*).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание АПК МСУБЭПТ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК МСУБЭПТ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик),

находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителем работы по созданию АПК МСУБЭПТ являются студент группы 8МРб-1 Д.Е.Самар.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

МСУБЭПТ – блок управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока, предназначенный для управления скоростью и направлением вращения бесколлекторного электродвигателя постоянного тока.

В состав изделия входят: регулятор на основе однокристалльного микроконтроллера АТМ328р; датчики положения поля ротора; силовой блок коммутации обмоток электродвигателя; сетевой блок питания.

2.2 Области использования изделия

Изделие может использоваться для управления низковольтными бесколлекторными электродвигателями постоянного тока с датчиками Холла и номинальным током до 2 ампер.

2.3 Принцип действия

Пользователь включает устройство в сеть. Устанавливает нужное направление и скорость вращения бесколлекторного электродвигателя постоянного тока. В результате чего бесколлекторный электродвигатель приводится во вращение.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- *Плата устройства*
- *Сетевой питающий адаптер*
- Паспорт.

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока

Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока

| Наименование параметра | Значение |
|---|--------------|
| Потребляемый ток, мА | 80 |
| Максимальный коммутируемый ток, А | 8 |
| Диапазон рабочих температур прибора, С° | -55 ... +125 |
| Диапазон регулируемой температуры, С° | 0 ... +250 |
| Питание, В | 12 |
| Габариты, мм | 130x130 |
| Масса нетто, кг | 0.25 |

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

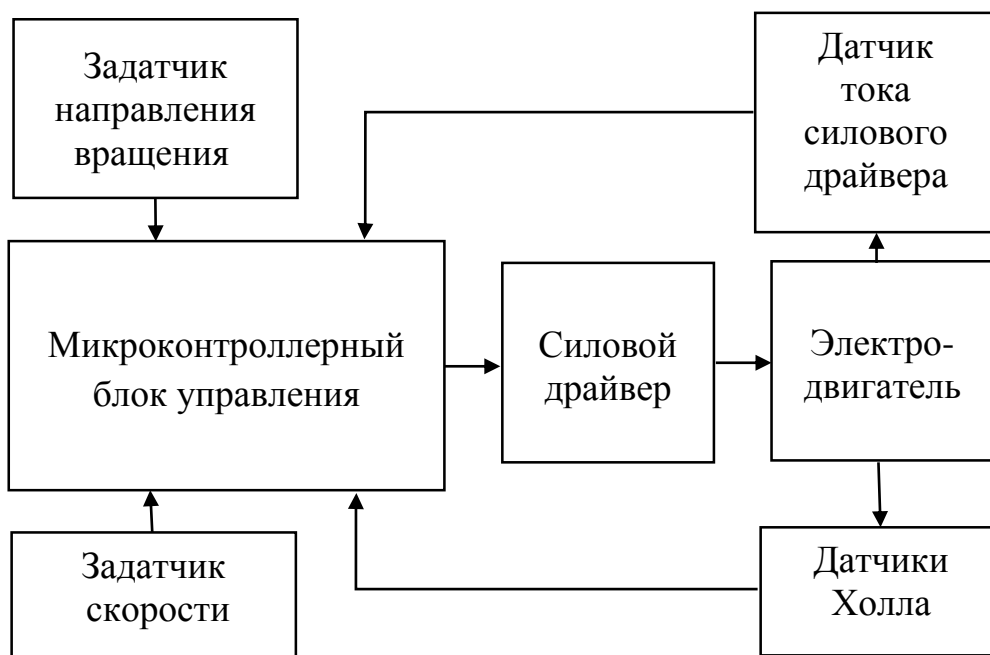


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

В состав изделия входят:

- тумблер задания направления вращения;
- микроконтроллерный блок управления и защит на основе модуля ARDUINO-NANO;
- потенциометр задающий скорость вращения вала;
- трехфазный силовой драйвер электродвигателя на основе микросхем IR2101;
- датчик тока силового драйвера;
- датчики Холла.

Тумблер задания направления вращения задаёт направление вперёд / назад.

Задатчик скорости – переменный резистор, задающий требуемую скорость уровнем напряжения, подаваемого на вход АЦП микроконтроллера.

Микроконтроллерный блок управления и защит на основе модуля ARDUINO-NANO:

- выполняет опрос задатчиков направления и скорости вращения вала;
- осуществляет опрос датчиков Холла, установленных на статоре двигателя и в функции кода с датчиков, формирует шестифазную последовательность управляющих сигналов на силовые драйверы электродвигателя;
- производит широтно-импульсную модуляцию шестифазной последовательности управляющих сигналов на силовые драйверы;
- реализует защиту по току выходных транзисторов силового драйвера.

Силовой драйвер электродвигателя – подаёт трёхфазную последовательность напряжений на фазы статора машины, формирующих вращающееся магнитное поле статора.

Датчик тока силового драйвера – измеряет выходной ток силовых транзисторов.

Датчики Холла – определяют положение вектора поля статора электродвигателя.

5.2 Описание работы изделия

Пользователь включает блок управления электродвигателем в сеть. Устанавливает требуемую скорость и направление вращения электродвигателя. В случае срабатывания защиты по току, двигатель останавливается, с выдачей соответствующего сообщения на терминал.

Блок-схема работы управляющей программы приведена в Приложении А.

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;
- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;
- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

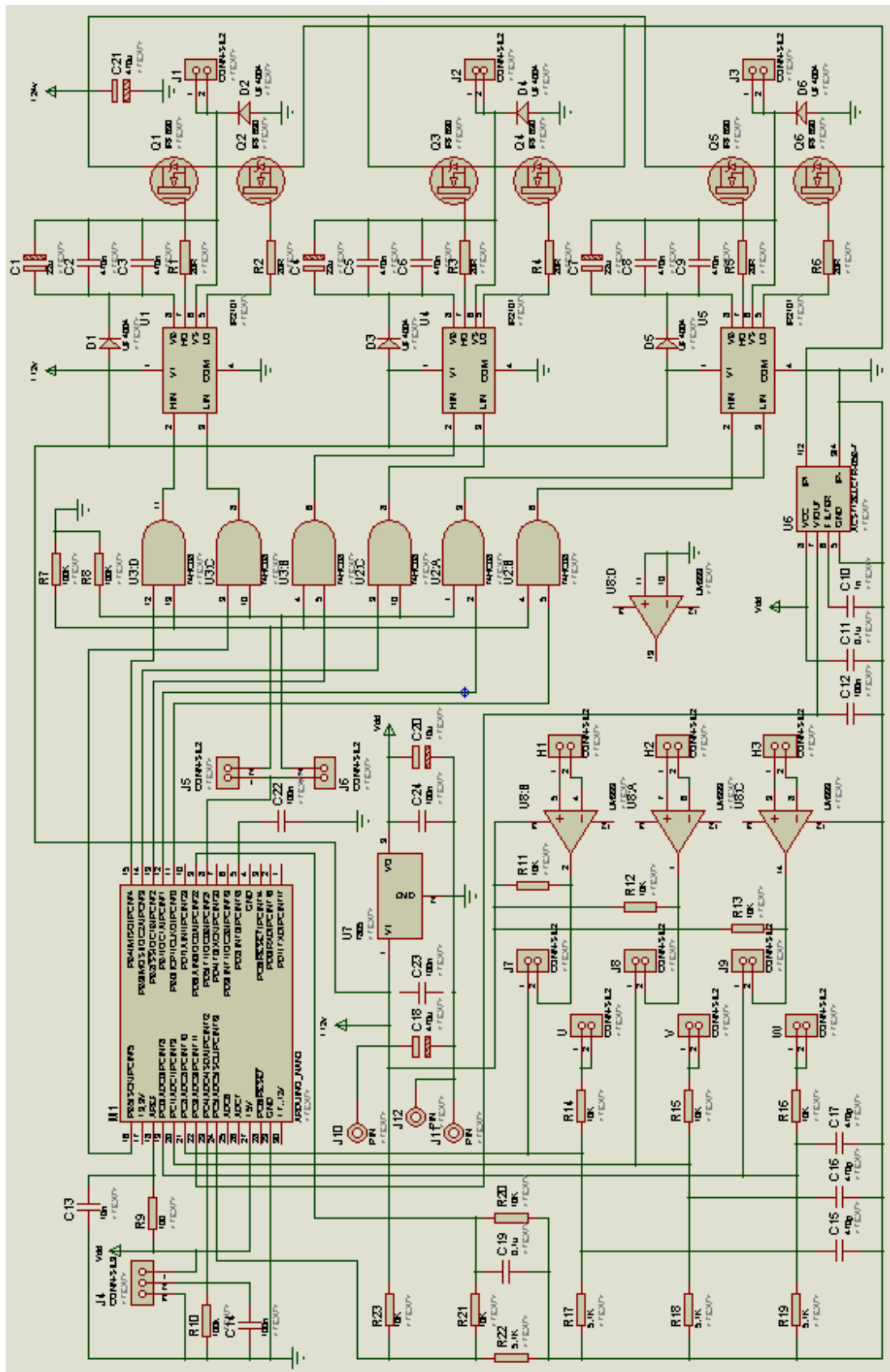


Рисунок А1 – Принципиальная схема изделия

Спецификация к принципиальной схеме

| Поз. обознач. | Наименование | Кол. | Примечание |
|-----------------------|--------------|------|------------------------|
| | Транзисторы | | |
| Q1-Q6 | IRF630B | 6 | |
| | Резисторы | | |
| R1-R6 | 20 Ом | 6 | M20R |
| R7,R8,R10 | 100K | 3 | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| R9 | 100 Ом | 1 | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| R11-R16, R20,R21 | 10K | 8 | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| R17-R19, R22 | 5.1K | 4 | Digikey 311-4.7KETR-ND |
| R23 | 10K | 1 | M20R |
| | Конденсаторы | | |
| C1,C4,C7 | 22u | 3 | Maplin WW73Q |
| C2,C3,C5, C6,C8,C9 | 470n | 6 | Maplin RA49D |
| C10 | 1n | 1 | Digikey 478-1448-1-ND |
| C11,C19 | 100n | 2 | Digikey 311-1261-2-ND |
| C12,C14, C22-C24 | 100n | 2 | Maplin RA49D |
| C13 | 10n | 1 | Maplin RA49D |
| C15-C17 | 470p | 3 | Maplin BX03D |
| C18,C21 | 470u | 2 | Maplin WW69A |

| | | | |
|---------------------------|--------------------|----|------------------------|
| C20 | 10u | 1 | Maplin WW69A |
| | Интегральные схемы | | |
| U1,U4,U5 | IR2101 | 3 | |
| U2,U3 | 74HC08 | 2 | |
| U6 | ACS712ELCTR-05B-T | 1 | |
| U7 | 7805 | 1 | |
| U8 | LM339 | 1 | |
| | Модули | | |
| M1 | ARDUINO_NANO | 1 | |
| | Диоды | | |
| D1-D6 | UF4004 | | |
| | Разное | 6 | |
| H1-H3,J1-J3,J5-J9, V,W | CONN-SIL2 | 13 | |
| J4 | CONN-SIL3 | 1 | |
| J10-J12 | PIN | 1 | |
| RV1 | 10K | 1 | Digikey 3252W-203LF-ND |

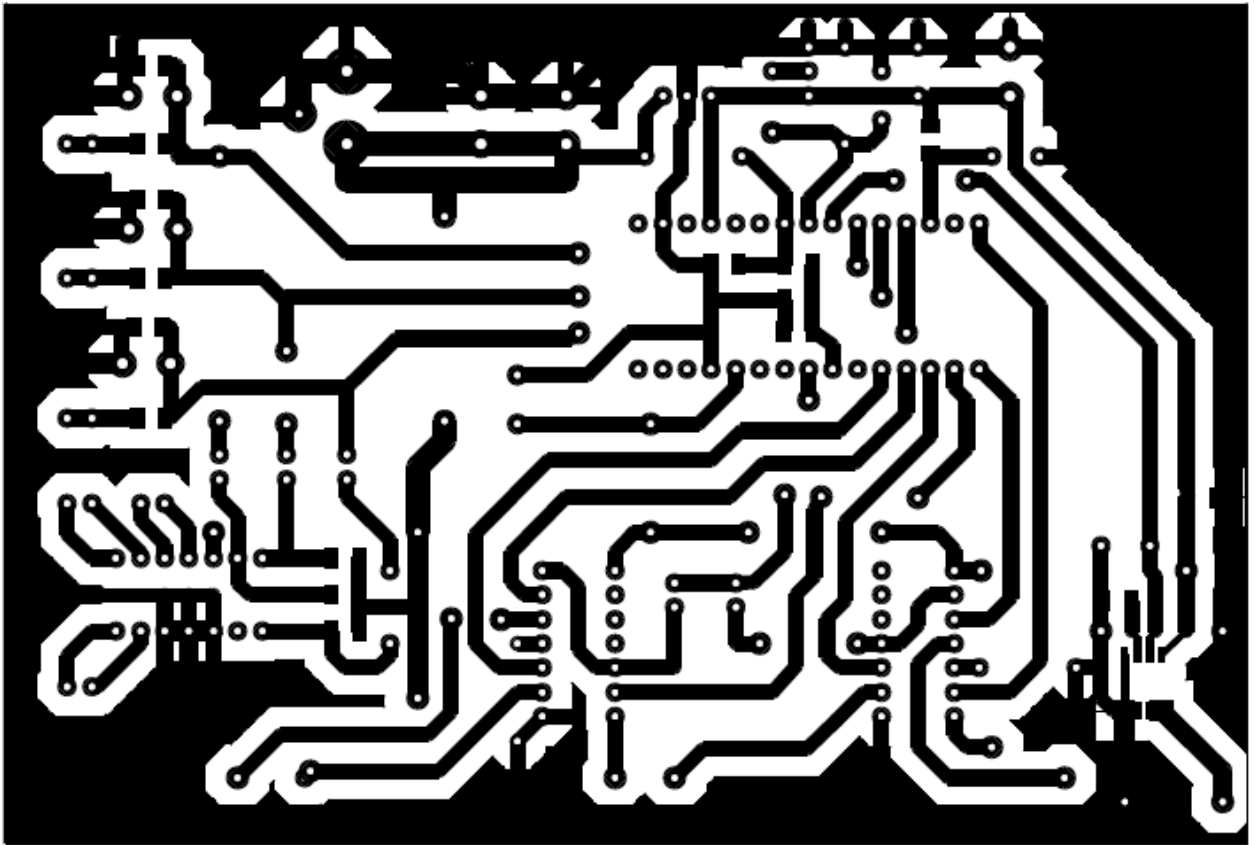


Рисунок А2 – Печатная плата блока управления электродвигателем (нижний слой меди, вид со стороны монтажа)

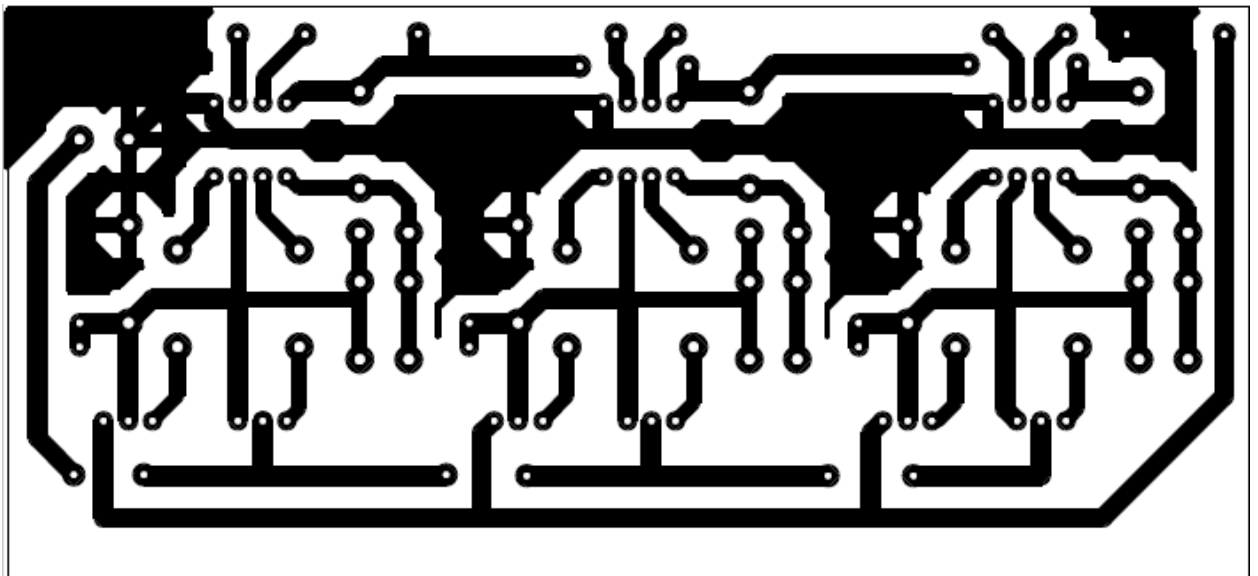


Рисунок А3 – Печатная плата силового блока коммутации обмоток электродвигателя (нижний слой меди, вид со стороны монтажа)

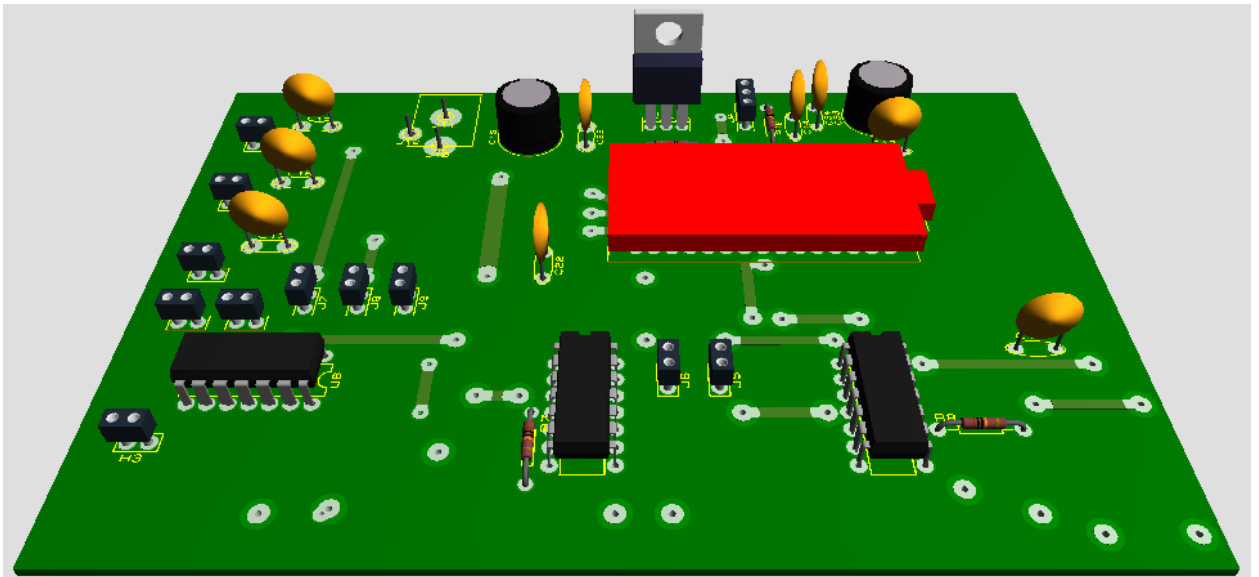


Рисунок А4 – Трехмерная модель печатной платы блока управления электродвигателем

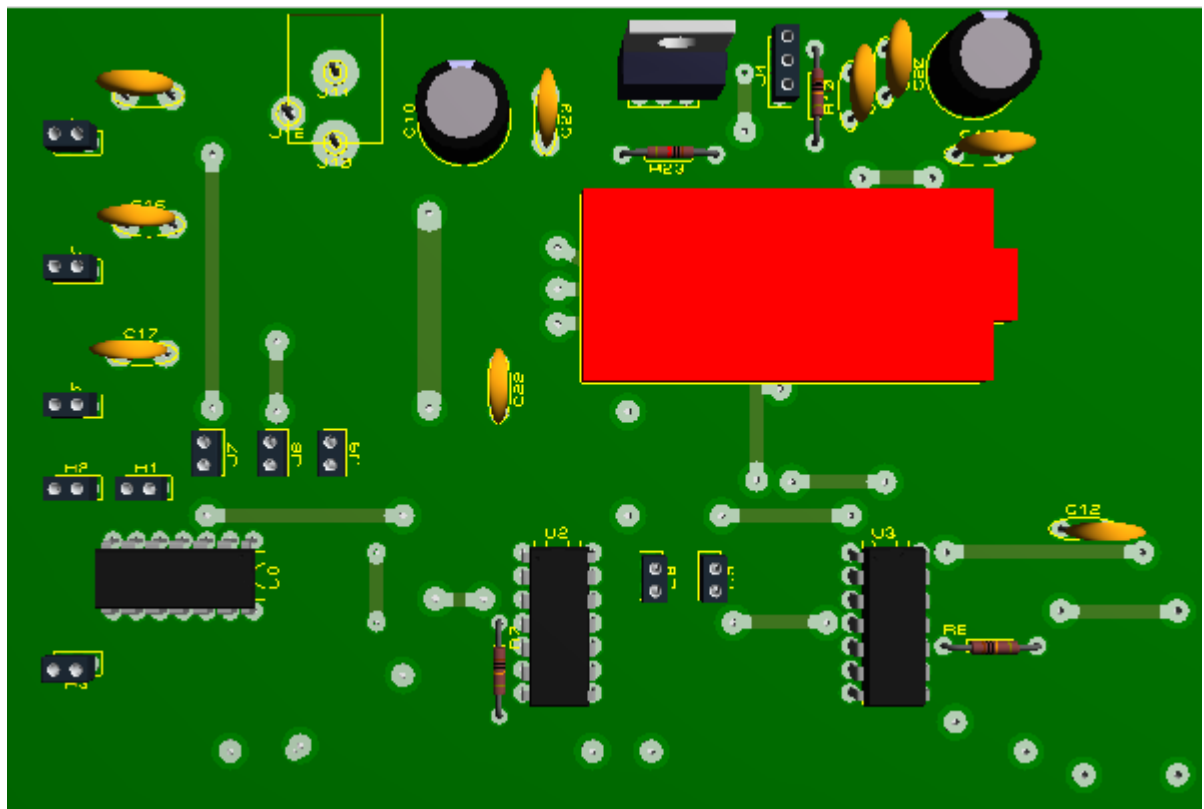


Рисунок А5 – 2D модель платы блока управления электродвигателем (вид со стороны монтажа)

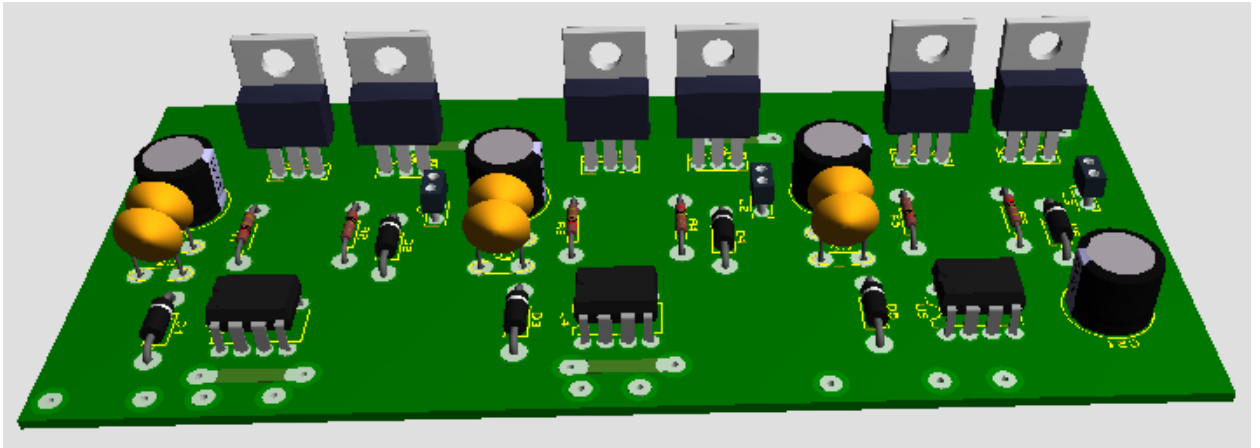


Рисунок А6 – Трехмерная модель печатной платы блока коммутации обмоток электродвигателя

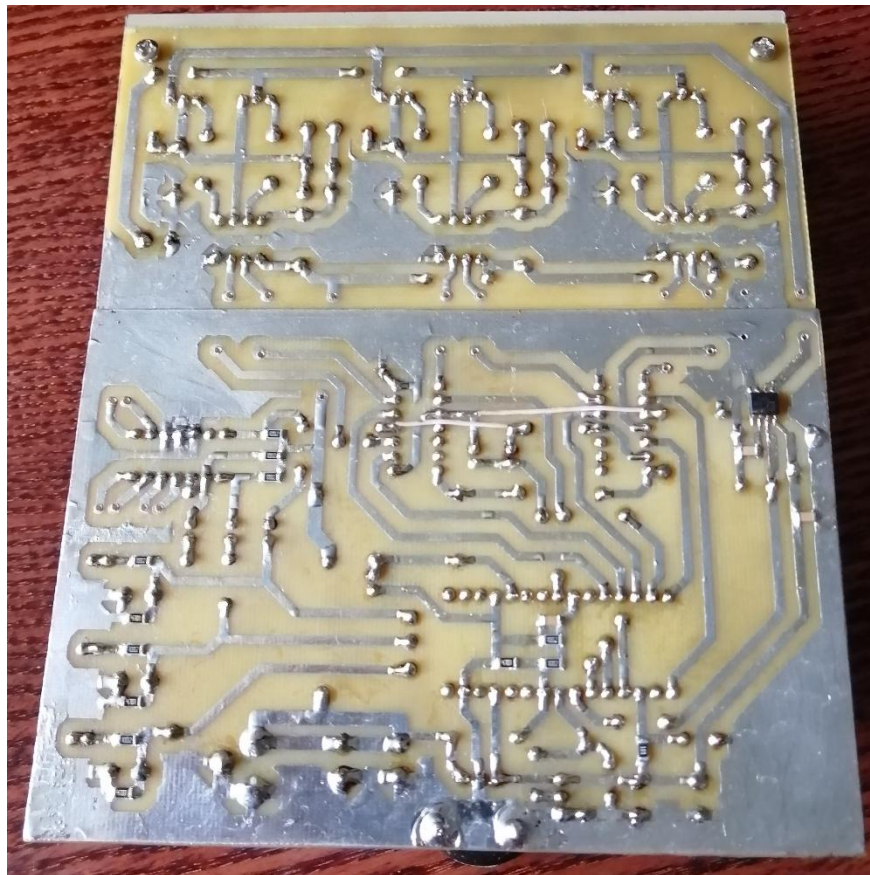


Рисунок А7 – Внешний вид печатных плат изделия (вид со стороны проводников)

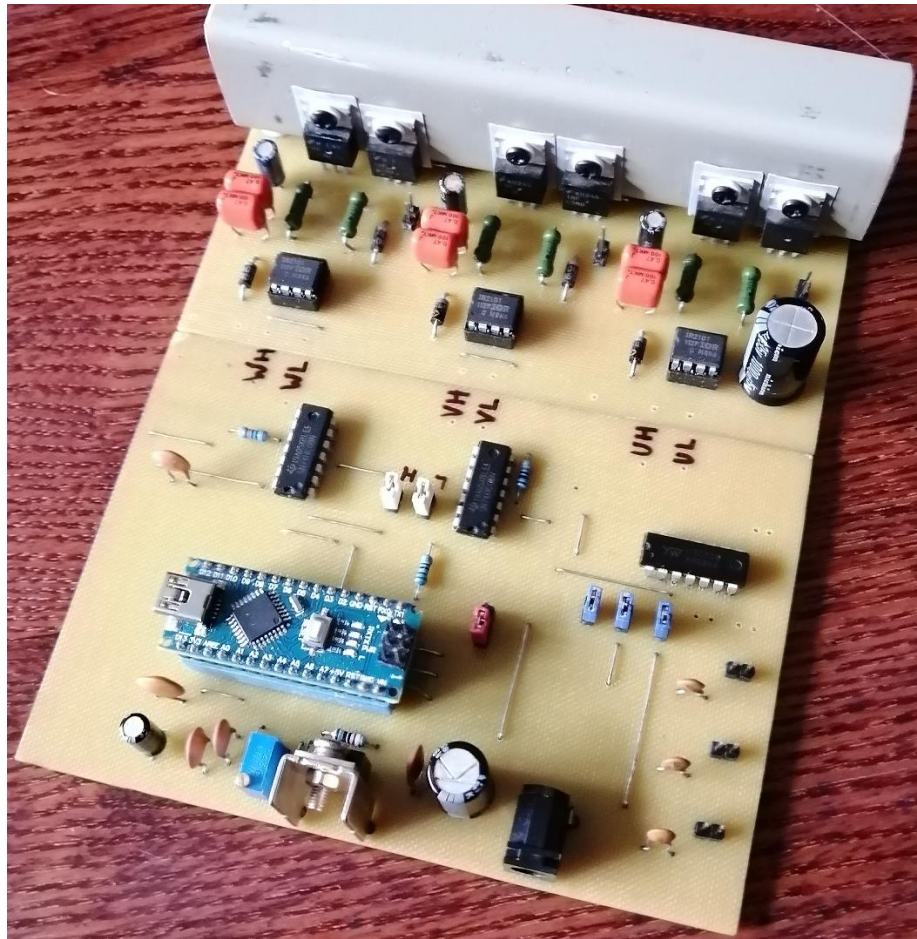


Рисунок А8 – Внешний вид печатных плат изделия



Рисунок А9 – Бесколлекторный электродвигатель постоянного тока

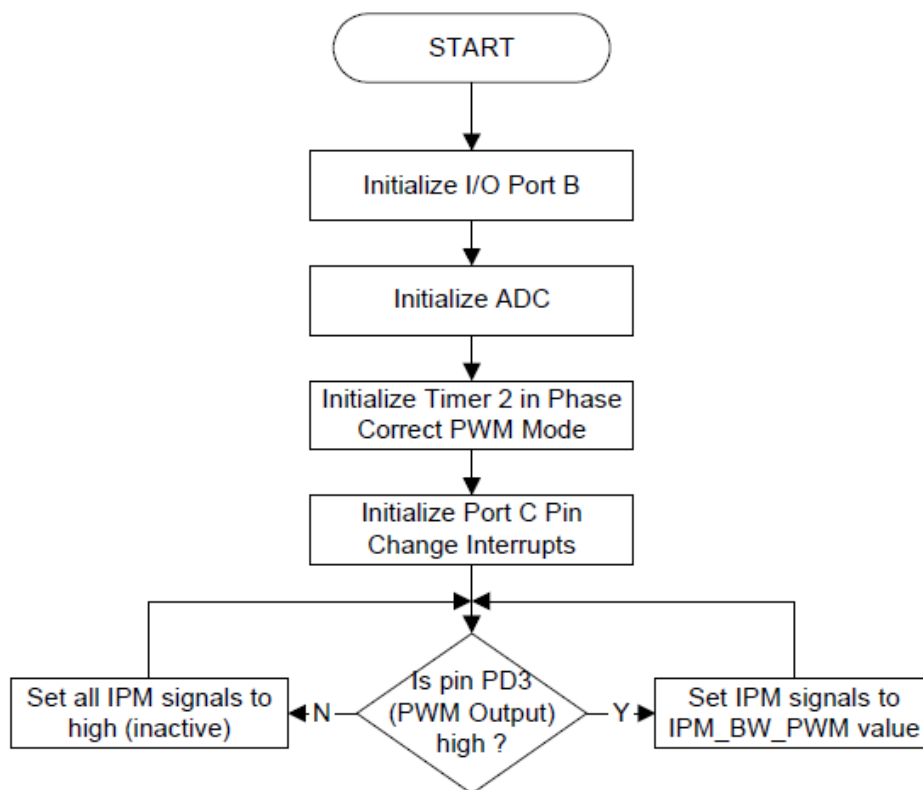


Рисунок А10 – Блок схема основной программы

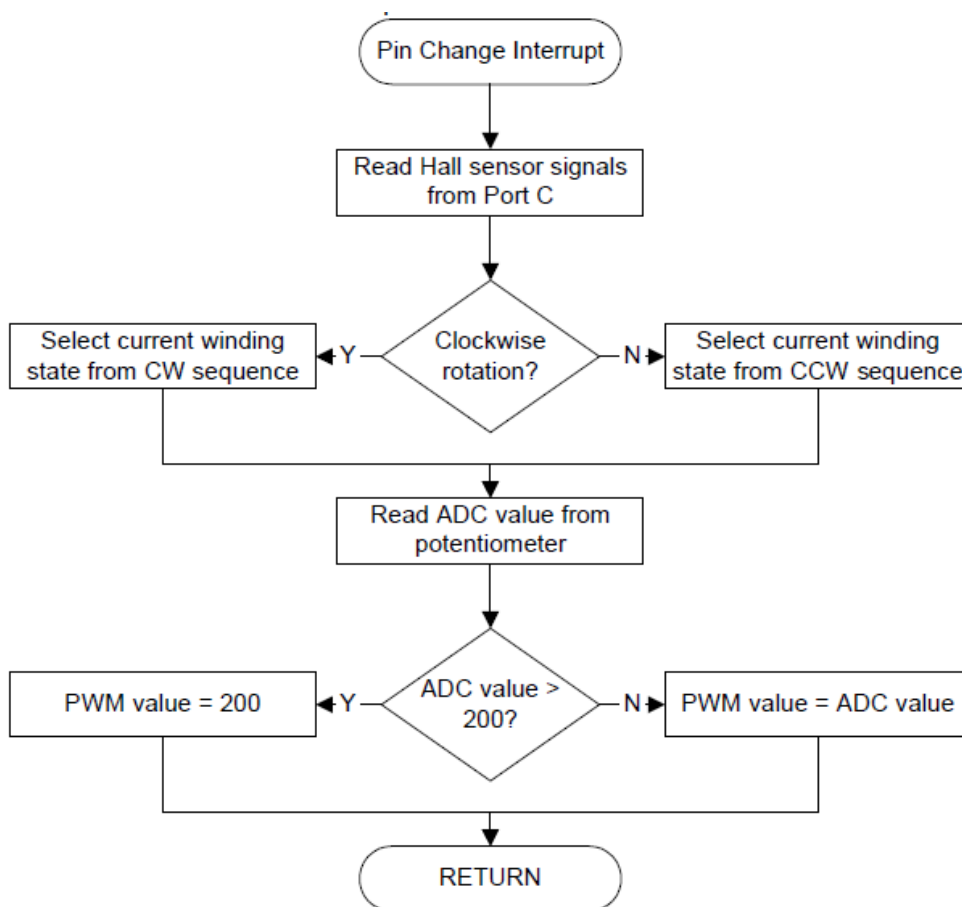


Рисунок А11 – Блок схема опроса датчиков Холла с последующим формированием шестифазной управляющей последовательности на входы

силового драйвера, в прерывании PC_INT1

Листинг управляющей программы

```
#include <mega328p.h>
#include "bit_defs.h"

// Global variables.
unsigned char RunClockwise = 1; //!< Start with clockwise rotation.
unsigned char IPM_B4_PWM = 0xFF; //!< Control signals to IPM driver chip.

// Function prototypes.
void main(void);
void initialization(void);
void PWM2_initialize(void);
void ADC_setup(void);

//! Initialize I/O-ports, ADC and PWM output.
void initialization(void)
{
    PORTB = ~0x3f; // 6 bits of PORTB to be high
    DDRB = 0x3f; // set PORTB6 bits as output
    ADC_setup(); // Initialize the ADC
    PWM2_initialize(); // Initialize PWM2.
}

//! Initialize ADC to CPU/4 speed, channel 5, free running mode.
void ADC_setup(void)
{
    ADCSRA = (1<<ADEN)|(1<<ADPS1)|(1<<ADSC); //Enable ADC, ADC
    clk = CK/4, free running.
    // ADMUX = 0x05 | (1<<REFS0) | (1<<ADLAR); // Channel 5 with AVCC as ref.
    ADMUX = 0x05 | (0<<REFS0) | (1<<ADLAR); // Channel 5 with AREF as ref.
}

//! Initialize PWM output OC2B from Timer/Counter2 at 20kHz base freq @ 8MHz CPU.
void PWM2_initialize(void)
{
    TCCR2A = (1<<COM2B1)|(1<<COM2B0) // Set OC2B (DIP pin 5) on Compare Match,
    (0<<WGM21)|(1<<WGM20); // phase correct PWM & OCR2A as TOP.
    TCCR2B = (1<<WGM22)|(0<<CS22)|(0<<CS21)|(1<<CS20);
    OCR2A = 200; // 200 decimal TOP.
    OCR2B = 100; // This starts PWM output at 50%

    DDRD |= (1<<DDB3);
}

//! Pin Change Interrupt for PORTC (PCINT8..14).
interrupt [PC_INT1] void Pin_Change_Int_Serv(void)
{
    static unsigned char Hall_In;

    Hall_In = PINC & 0x07;
```

```

if( RunClockwise ) {
    // This is clockwise Switch statement.
    // Based on Hall inputs select 1 of 6 patterns to
    // send to IPM via main().
    switch(Hall_In) {
        case 1: IPM_B4_PWM = 0b010100; break;
        case 5: IPM_B4_PWM = 0b001100; break;
        case 4: IPM_B4_PWM = 0b001010; break;
        case 6: IPM_B4_PWM = 0b100010; break;
        case 2: IPM_B4_PWM = 0b100001; break;
        case 3: IPM_B4_PWM = 0b010001; break;

        // All outputs off if illegal Hall sensors.
        default: IPM_B4_PWM = 0b000000;
    }
} else {
    // This is counter-clockwise Switch statement.
    // Based on Hall inputs, select 1 of 6 patterns to
    // send to IPM via main().
    switch(Hall_In) {
        case 6: IPM_B4_PWM = 0b100001; break;
        case 4: IPM_B4_PWM = 0b100010; break;
        case 5: IPM_B4_PWM = 0b001010; break;
        case 1: IPM_B4_PWM = 0b001100; break;
        case 3: IPM_B4_PWM = 0b010100; break;
        case 2: IPM_B4_PWM = 0b010001; break;

        // All outputs off if illegal Hall sensors.
        default: IPM_B4_PWM = 0b000000;
    }
}

}

//! Application starts here.
void main(void)
{
    unsigned char speed;

    initialization(); // Initialize Peripherals.

    // Set up and Enable Interrupts
    PCMSK1 = (1<<PCINT10) | (1<<PCINT9) | (1<<PCINT8);
    PCICR = (1<<PCIE1); // Enable Pin Change Ints from port C.

    // Start interrupts by forcing Hall Inputs to 0, then switching pins to inputs.
    DDRC = 7; // 3 Hall Inputs pulled to 0 volts.
    PORTC = 0;
    PORTC = 1;
    PORTC = 2;
    PORTC = 4; // Start interrupts with forced pin change
    DDRC = 0; // Port C switched back to all inputs.
    SREG |= 0x80; // Enable Interrupts via SEI bit

    PORTD |= (1<<PD2); // Direction control input pullups, undocumented.

```

```

while(1) { // IPM_B4_PWM is updated via a Pin Change Interrupt

    // Direction control, undocumented.
    if( (PIND & (1<<PD2))==1 ) RunClockwise = 1;
    if( (PIND & (1<<PD2))==0 ) RunClockwise = 0;

    // Update speed setting from ADC reading.
    speed = ADCH;
    if( speed > 199 ) speed = 199;
    OCR2B = speed;


    // If OC2B is high, send inactive outputs to IPM.
    if( PIND & (1 << PD3) ) {
        PORTB = ~0xFF; // <== If motor driver has active high inputs.
        PORTB = 0xFF; // <== If motor driver has active low inputs.
    } else {
        PORTB = ~IPM_B4_PWM; // <== If motor driver has active high inputs.
        PORTB = IPM_B4_PWM; // <== If motor driver has active low inputs.
    }
}
}

```

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭУ


А.С. Гудим
(подпись)

« 07 » 06 20 22 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
ЭПАПУ


С.П. Черный
(подпись)

« 07.06 » 20 22 г.

АКТ

**о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса
«Микроконтроллерная система управления бесколлекторным
электродвигателем постоянного тока»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« 07 » 06 2022г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- В.А. Егоров – руководитель проекта,
- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ
- С.П. Черный – Заведующий кафедрой ЭПАПУ
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

Исполнитель:

- Д.Е. Самар – 8МРб-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Микроконтроллерная система управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока», в составе:

Оборудование, в составе:

- Блок управления электродвигателем;
- Силовой блок коммутации обмоток электродвигателя;
- Сетевой адаптер.

Программное обеспечение, в том числе:


- Рабочие программы управления изделием.

Эксплуатационная документация:

- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «Микроконтроллерная система управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока» прошел опытную эксплуатацию с «23» 05 по «28» 05 2022 г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель СКБ

 / С.И. Сухоруков /

Ответственный исполнитель

 / Д.Е. Самар /

Руководитель проекта


 / В.А. Егоров /

Таблица учета проектной работы в учебных дисциплинах

| Дисциплина | Форма учтенной работы (номер ЛР, КП, КР, РГЗ, зачет, итоговая оценка , экзамен) | Преподаватель (дата, ФИО, подпись) | Примечание (ЗУН полученные при выполнении проекта) |
|---|---|---------------------------------------|--|
| <p>Основы микропроцессорной техники</p> | <p>КП</p> | <p>31.05.22 В.А Егоров</p> | <p>31(ПК-6-2) Правила составления структуры и алгоритма работы микроконтроллера на различных стадиях проектирования системы электропривода 32(ПК-6-2) Типовые решения по структуре и алгоритмам работы микропроцессорной системы электропривода У1(ПК-6-2) Составлять алгоритмы работы микроконтроллера на различных стадиях проектирования системы электропривода У2(ПК-6-2) Осуществлять сбор и обработку справочной информации по типовым решениям о структуре и алгоритме работы микропроцессорной системы электропривода Н1(ПК-6-2) Анализ технического задания на составление алгоритма работы при проектировании микропроцессорной системы электропривода Н2(ПК-6-2) Выбор оптимальных технических решений по структуре и алгоритму работы микропроцессорной системы электропривода</p> |
| | | | |
| | | | |
| | | | |