

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «электронные вычислительные машины»

**Тема: Разработка системы управления
электротрансмиссией для гибридного и
электротранспорта**

Научный руководитель:
д. т. н, профессор
С. А. Ганджа

Автор:
студент группы КЭ-222
В. В. Кондратенко

Актуальность темы

- ▶ Технологии развиваются и стремятся быть высокопроизводительными, поэтому происходит активный переход на использование гибридного и электротранспорта.
- ▶ Разработка отечественной реализации трансмиссии и системой управления позволяет строить собственный транспорт и адаптировать под различные задачи.
- ▶ Работа над реальным существующим мотор-колесом для болида.

Цель



Разработка принципиальных схемотехнических решений и алгоритмов для системы управления вентиляльным электродвигателем комбинированного возбуждения для мотор-колеса гибридного и электротранспорта.

Задачи

4

- ▶ Анализ алгоритма работы существующего конкретного мотор-колеса
- ▶ Выбор микроконтроллера, анализ требования схемы управления
- ▶ Подбор компонентов управления, методы управления в информационном блоке схемы управления
- ▶ Проектирование схемы подключения системы управления
- ▶ Построение части схемы управления для тестирования алгоритма расчета и передачи информации

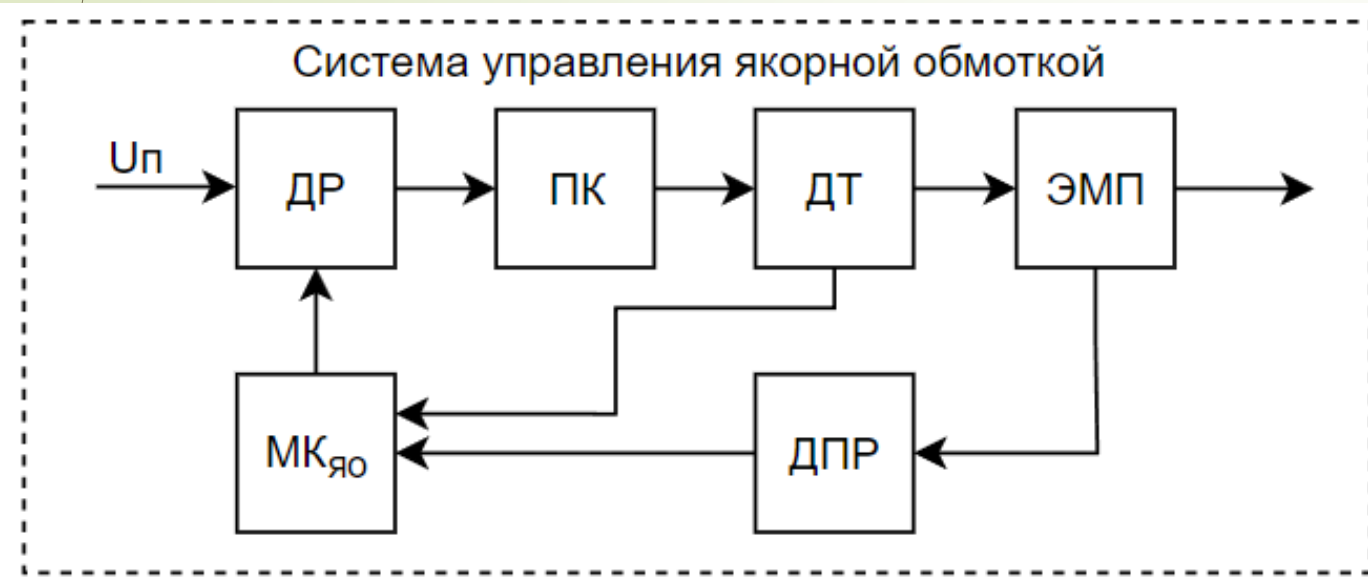
Используемое мотор-колесо



Мотор-колесо на основе вентильного электродвигателя комбинированного возбуждения

- номинальная мощность 30 кВт;
- номинальное напряжение питания 72В;
- максимальный ток на цепи якоря 1000 А;
- максимальный ток на цепи возбуждения 100 А;
- максимальные обороты 16000 об/мин на редукторе;
- максимальные обороты на колесе 1600 об/мин.

Элементы системы управления

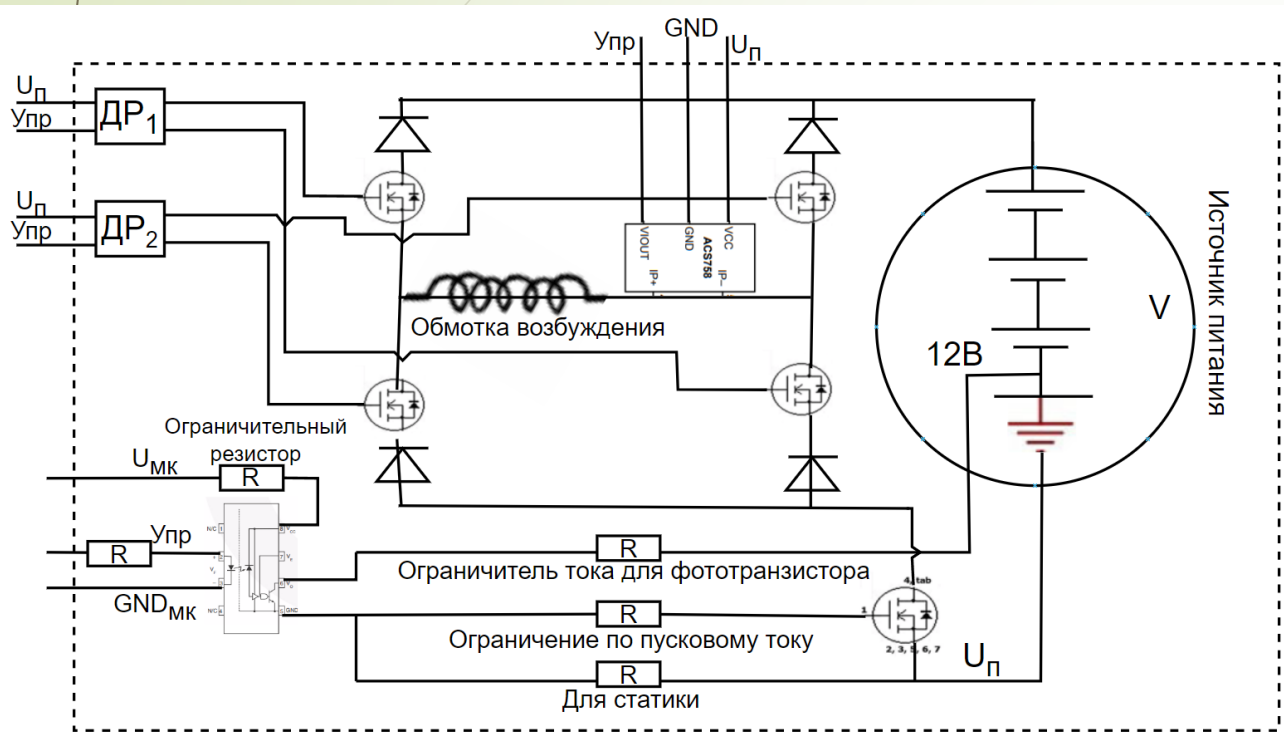


- ▶ ДР – драйвер, регулятор напряжения от источника и, следовательно, регулировка тока, подаваемая на двигатель;
- ▶ ПК – полупроводниковый коммутатор, реализующий 120-градусную дискретную коммутацию для работы двигателя;

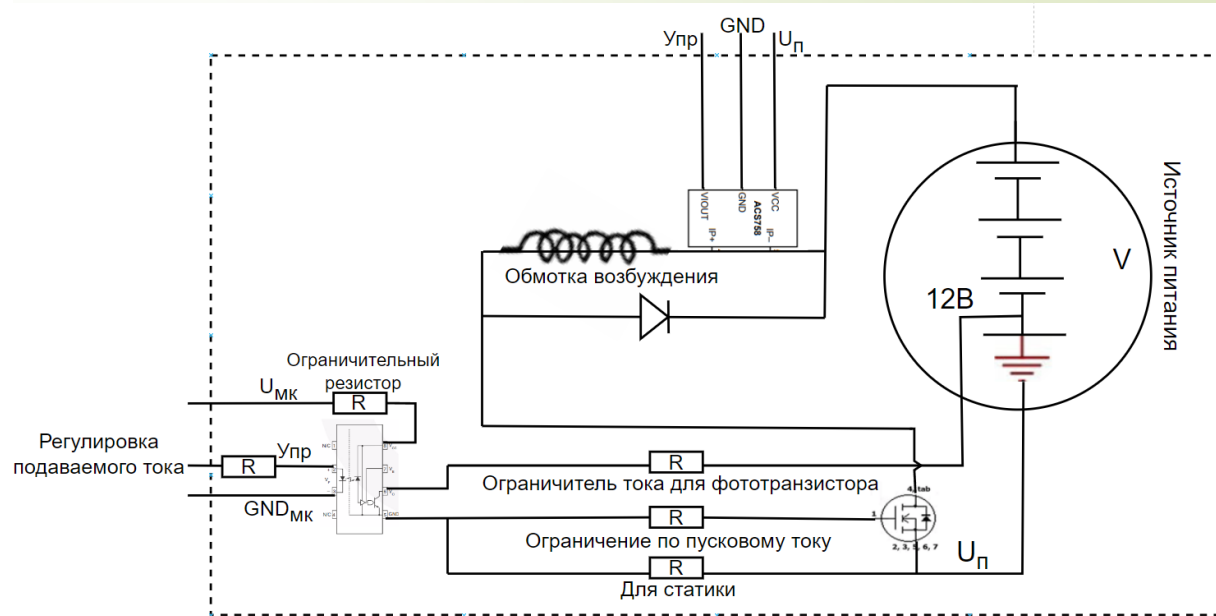
- ▶ ДТ – блок датчиков тока, служит для реализации обратной связи и контроля текущего тока на якорной обмотке;
- ▶ ЭМП – электромагнитный преобразователь, то есть сам ВЭКВ;
- ▶ ДПР – датчик положения ротора, служит для правильной коммутации и расчета текущей скорости с некоторой погрешностью;
- ▶ МК – микроконтроллер реализующий логику управления системой управления.

Элементы системы управления

7

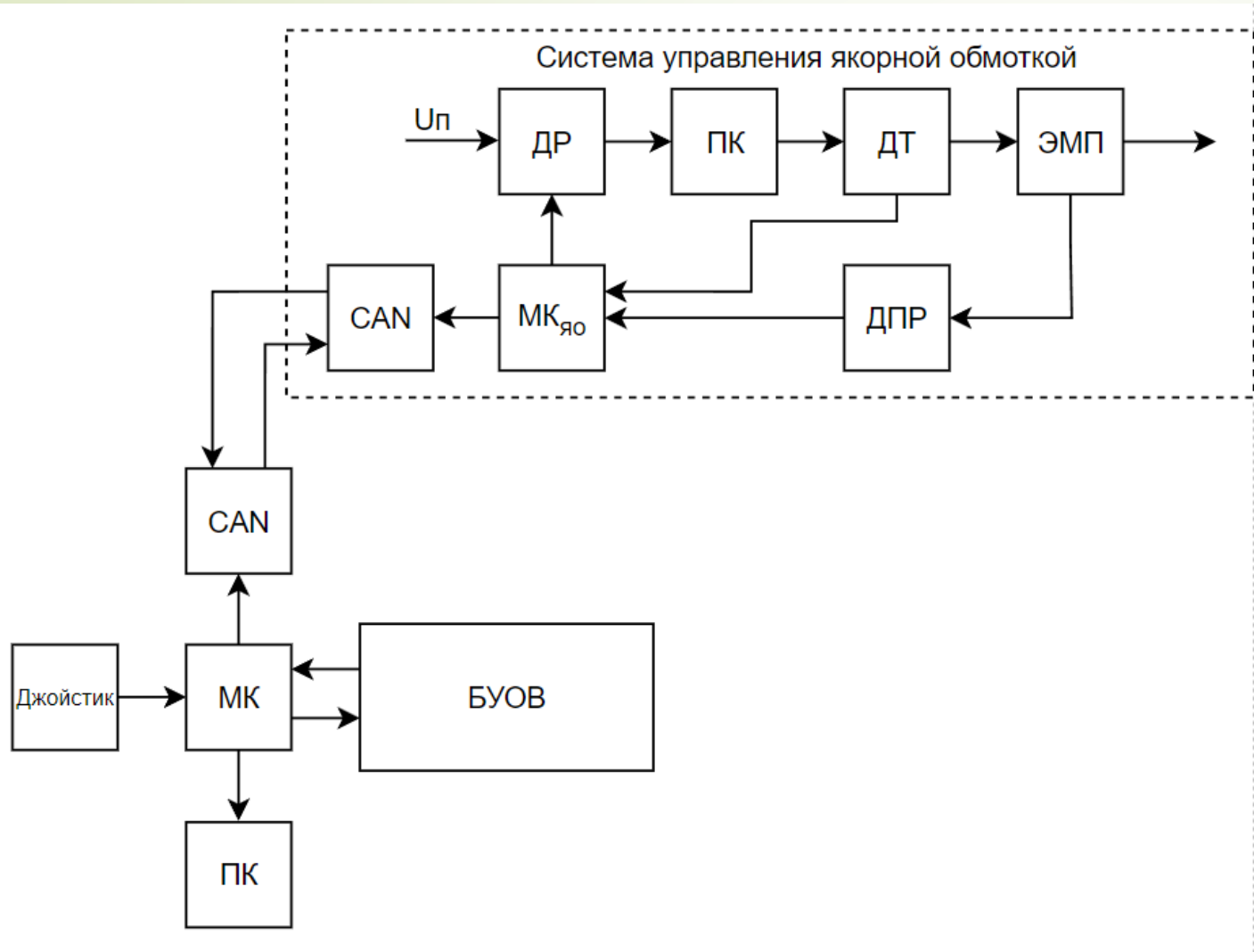


Обмотка возбуждения со сменой полярности



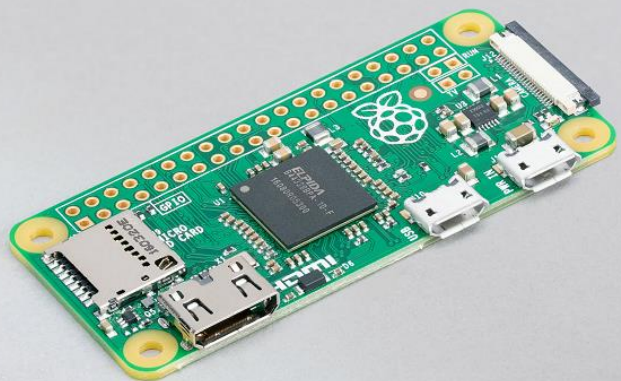
Обмотка возбуждения без смены полярности

Схема управления системой



- CAN – модуль, служащий для приема/передачи данных по шине;
- МК – Главный микроконтроллер, обрабатывает входные значение, получает данные обратной связи, просчитывает необходимый ток для ЯО и ОВ;
- БУОВ – Блок управления обмоткой возбуждения;
- ПК – Персональный компьютер, в котором можно просматривать данные через виртуальный СОМ-порт.

Подбор компонентов и методы управления



▶ Raspberry pi zero



• STM32F407 Discovery



• GD32450V

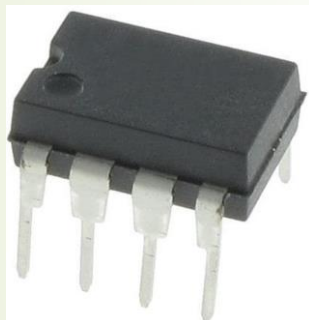


• Arduino Uno

Подбор компонентов и методы управления



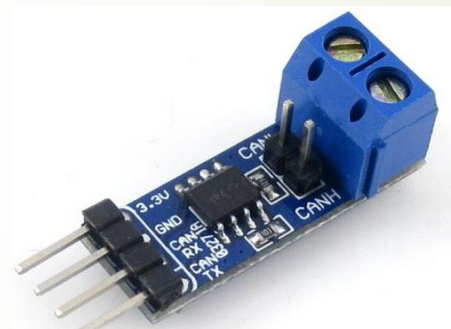
- 2-х осевой ДЖОЙСТИК



- Оптопара 6N139M



- Датчик тока ACS758LCB-100B-PFF-T



- CAN - модуль SN65HVD230



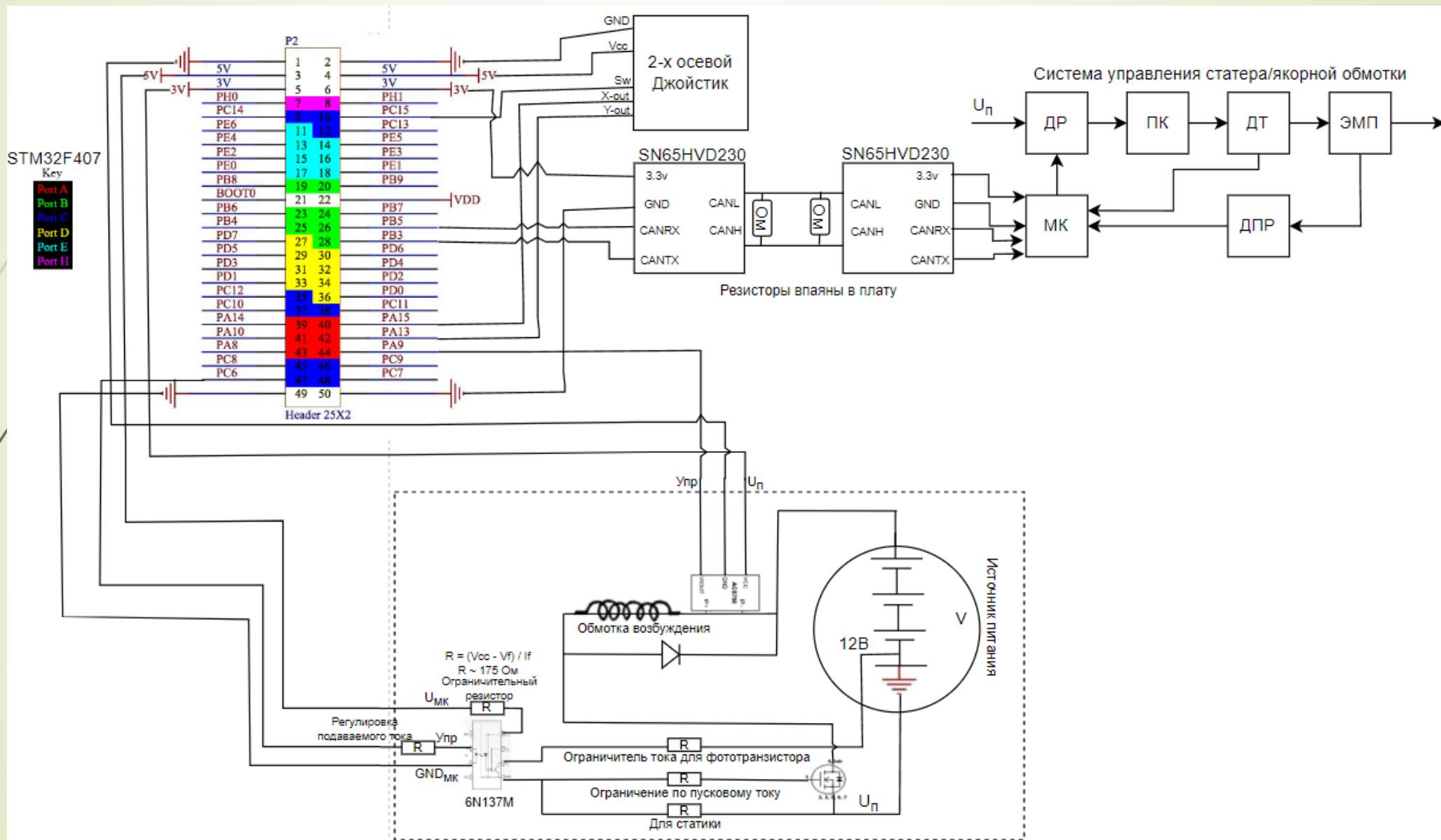
- Силовой ключ IPB025N10N3

Подбор компонентов и методы управления

- ▶ Джойстик – управление параметром ускорения для расчета необходимого тока
- ▶ Оптопара – управление силовым ключом на обмотку возбуждения путем получения сигналов с сгенерированного ШИМ-сигнала МК
- ▶ Датчик тока – применение эффекта Холла для измерения тока на обмотке возбуждения для реализации обратной связи
- ▶ CAN-модуль – используется для общения с коммутатором на стартере, управляющий током на якорной цепи, обмен данных для управления и реализации обратной связи
- ▶ Силовой ключ - мосфет для контроля тока на обмотке возбуждения

Проектирование схемы подключения

12



Получение данных

Expression	Type	Value
(x)= inputXY[0]	uint32_t	2047
(x)= inputXY[1]	uint32_t	2052
readValueX		Failed to evaluate expression
readValueY		Failed to evaluate expression
(x)= acceleration	float	0
(x)= tempA	float	11
(x)= VT	float	33.6992493
(x)= V0	float	33.8870621
(x)= aaa	float	-11.0256529
(x)= delTj	float	6.89773588e-005
(x)= Vsr	float	33.8313904
(x)= Rdelta	float	3225660
(x)= Rsum	float	4790105
(x)= Fmag	float	7120.00049
(x)= Rmag	float	9246754
(x)= PotokPM	float	0.000507235993
(x)= n0	float	1970.34314
(x)= nt	float	1977.25012
(x)= adelt	float	1.48294044
(x)= lov	float	-1.00174046
(x)= dellov	float	0.0313043483
(x)= Fov	float	2069.46777
(x)= E	float	93.0341949
(x)= Upit	float	10.492569
(x)= latreb	float	-1000
(x)= Pov	float	225.391296
(x)= Mdv	float	-83.2436142
(x)= Cm	float	81.4869995
(x)= Potoksum	float	0.00102155702
(x)= Vsr	float	33.7249374
(x)= delSi	float	0.00329619856
(x)= Si	float	212.407562

```
C:\Windows\System32\cmd.exe - python test.py
Speed: 35.472m/s
Magnit potok: 2.439 Veber
^@ess q to quite the program
```

- Виртуальный COM-порт
- Интерфейс подключения mini-USB
- Обработка данных на Python
- Вспомогательные библиотеки PySerial и т.п.

Заключение

14

В ходе реализации системы управления были выполнены следующие задачи:

- ▶ подобрана элементная база для системы управления без практического тестирования;
- ▶ спроектирована схема подключения элементов системы управления;
- ▶ адаптирована эмуляция движения для управления с джойстика;
- ▶ получение показателей с МК на персональный компьютер.

Перспектива дальнейшего развития проекта:

- ▶ данная спроектированная схема требует тестирование перед подключением к мотор-колесу;
- ▶ некоторые элементы, такие как оптопара, мосфет и т.д., взаимодействующие с блоком управления тока могут быть изменены под необходимые требования;
- ▶ данная работа может быть дополнена проектированием управлением 4-х мотор колес и механизма рекуперации;
- ▶ мониторинг в реальном времени текущего момента путем передачи данных с МК на ПК может быть расширен с визуальными компонентами.

Спасибо за внимание!

15



Оглавление

➤ <u>Актуальность темы</u>	2
➤ <u>Цель</u>	3
➤ <u>Задачи</u>	4
➤ <u>Используемое мотор-колесо</u>	5
➤ <u>Элементы системы управления</u>	6
➤ <u>Схема управления системой</u>	8
➤ <u>Подбор компонентов и методы управления</u>	9
➤ <u>Проектирование схемы подключения</u>	12
➤ <u>Получение данных</u>	13
➤ <u>Заключение</u>	14