



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Разработка программной и аппаратной части драйвера вентильного BLDC-мотора

Выполнил: Гонохов М.С., Косихин Д.Е.

Научный руководитель: Падалко В.С.

Барнаул 2025

Введение

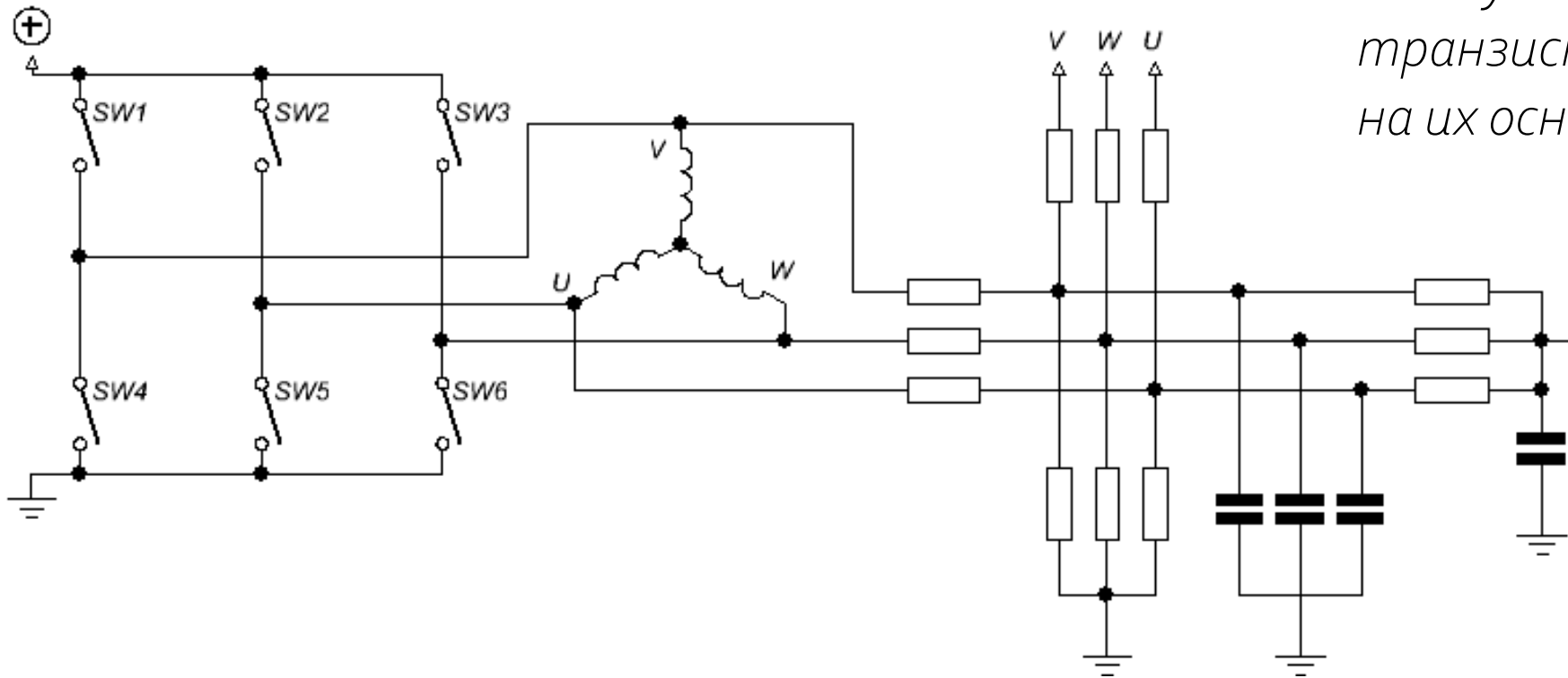
Преимущества BLDC-моторов:

- Надежность и долговечность
- Энергоэффективность
- Точное управление
- Компактность и мощность
- Низкий уровень шума и вибраций



Введение

Общая схема драйвера bldc-мотора



*В качестве ключей
выступают полевые
транзисторы или каскады
на их основе*

Алгоритм управления вращением

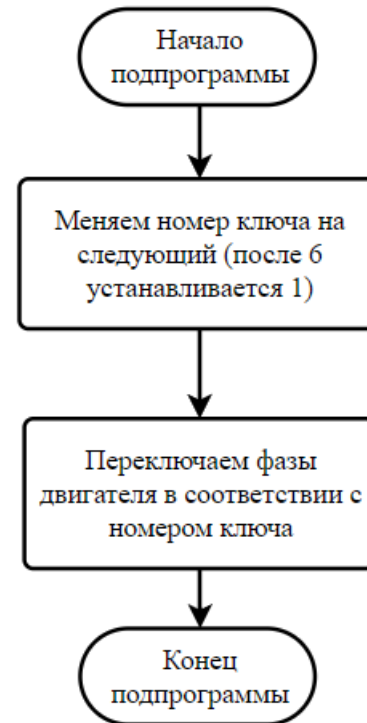
Основной алгоритм программы



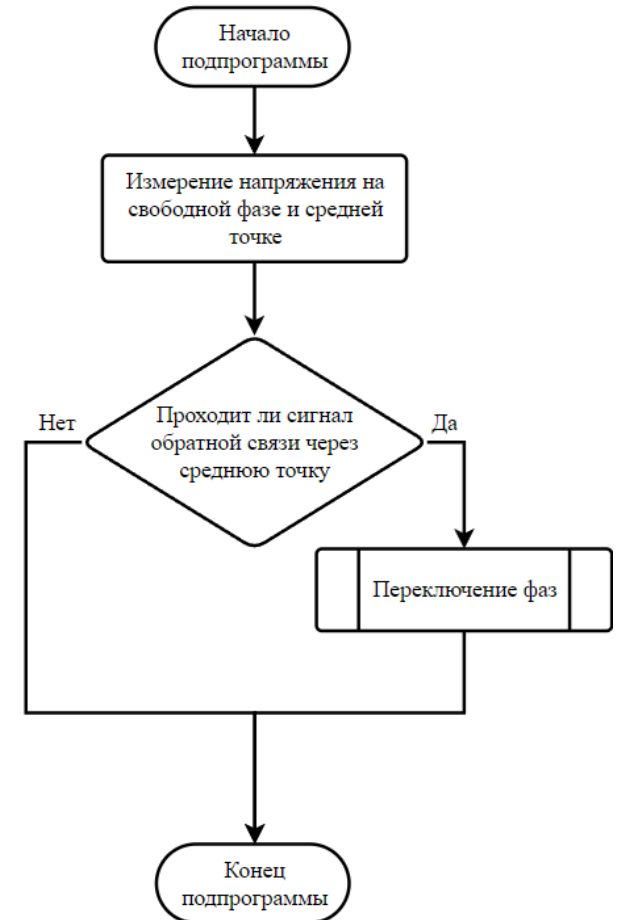
Инициализация контроллера



Переключение фаз



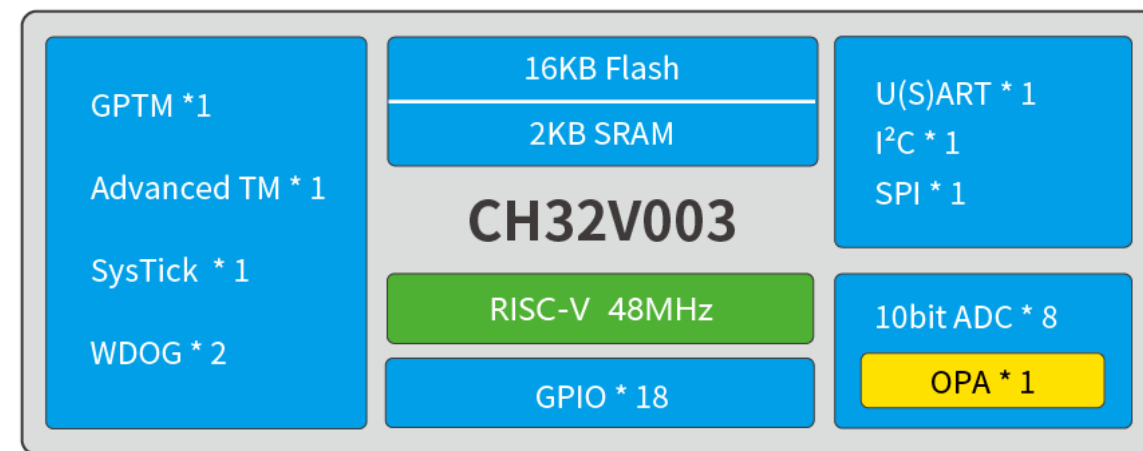
Измерение обратной ЭДС



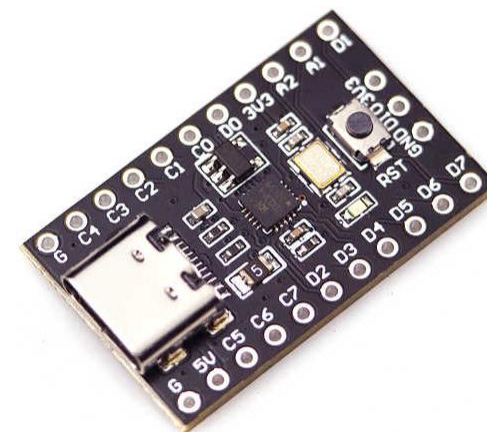
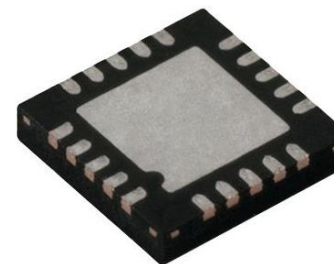
Используемый микроконтроллер

CH32V003 от WinChipHead (WCH)

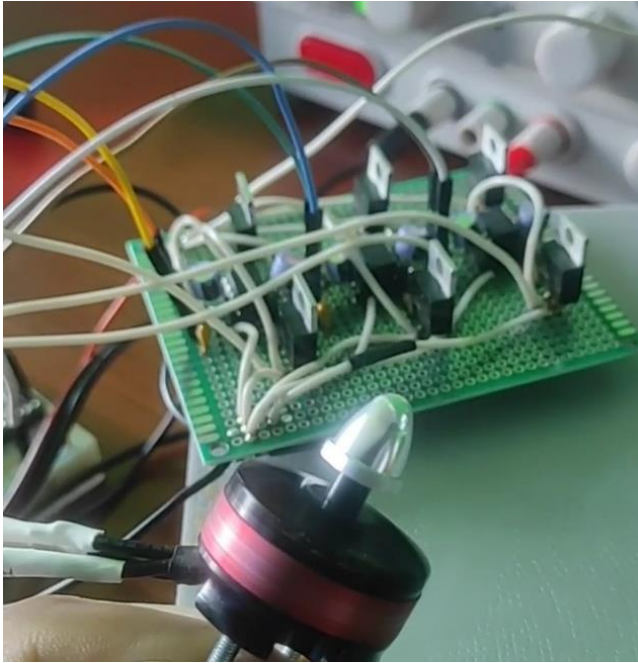
- Архитектура – 32-bit RISC-V2A
- Макс. частота – 48 МГц
- 2 таймера по 4 канала
- 10-битный АЦП на 8 каналов
- 18 выводов общего назначения
- Цена: 20 р/шт



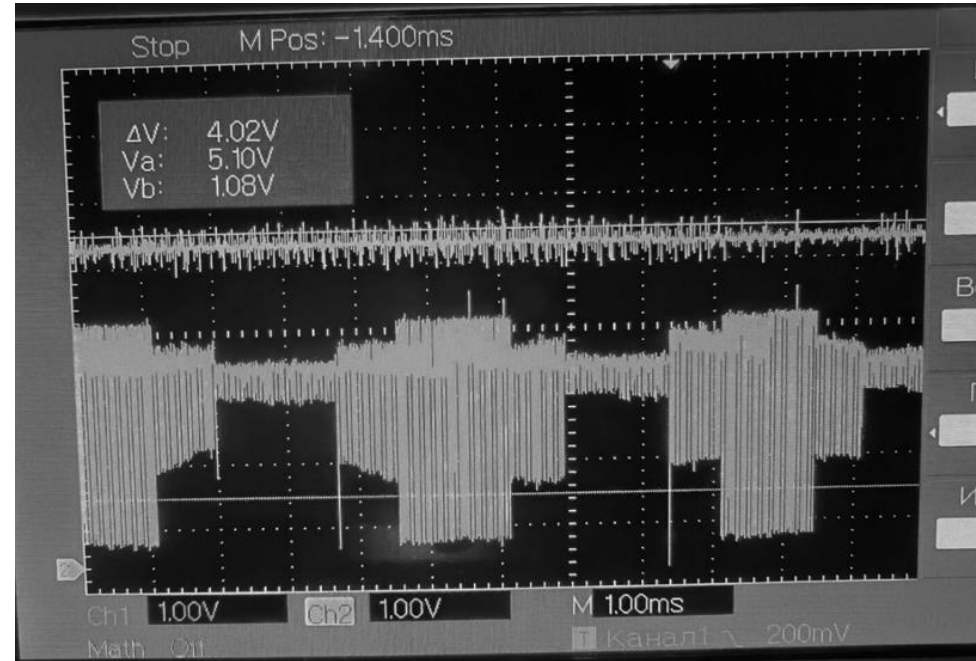
WCH



Прототип драйвера

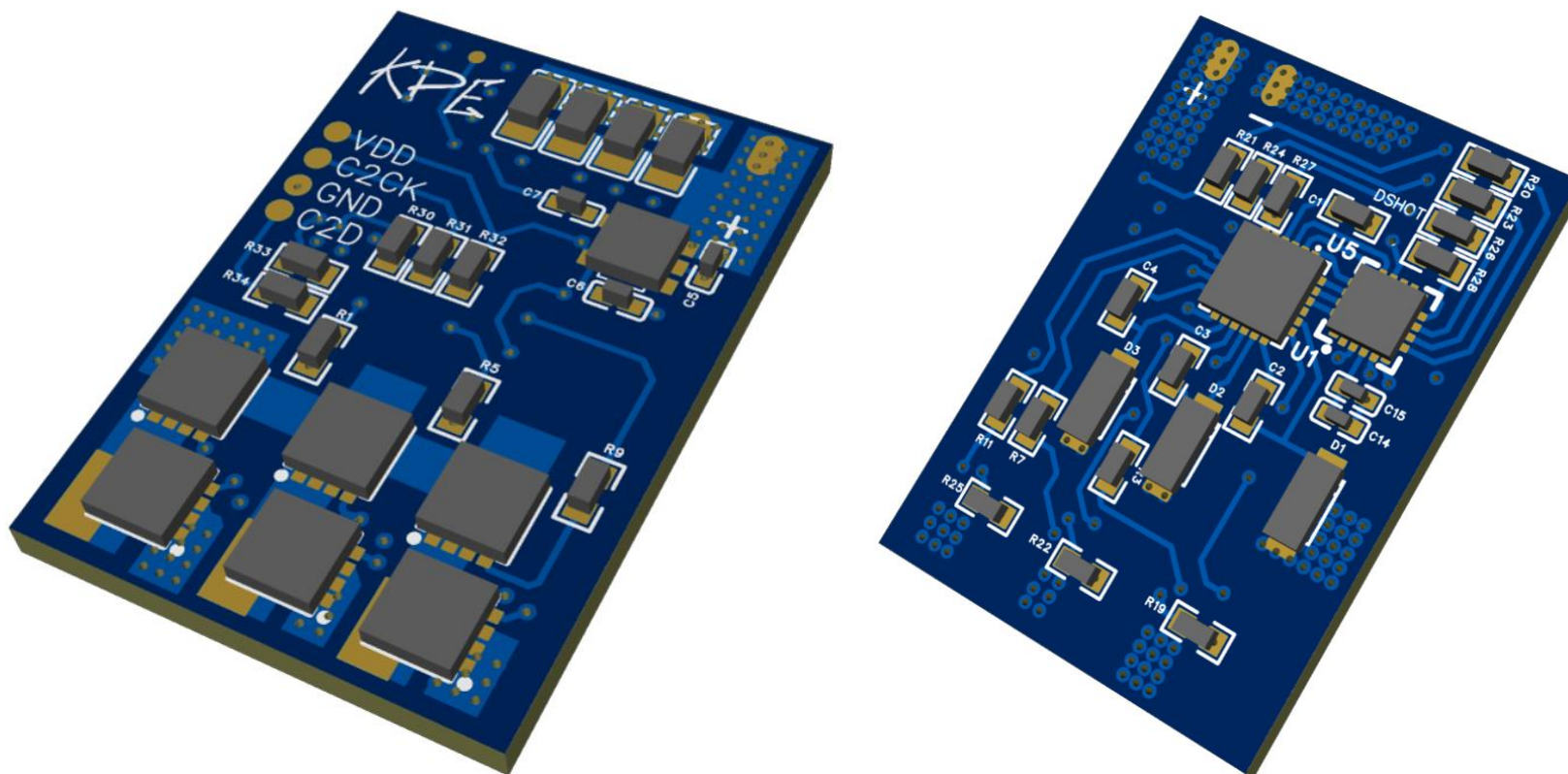


Изображение установки. В этом прототипе драйвера BLDC использовалась микросхема драйвера затворов IR2101



Нижняя осциллограмма демонстрирует сигнал на одной из фаз вентильного двигателя

3D-модель печатной платы



3D модели платы драйвера

Себестоимость изделия

Набор конденсаторов

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, р./шт.	Стоимость, р.
100 нФ 50В	5	5,00	80,00
1 мкФ 36В	1	3,00	192,00
2,2 мкФ 50В	1	4,00	192,00
10 нФ	1	0,50	24,00
4,7 мкФ	1	3,00	144,00

Набор резисторов

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, р./шт.	Стоимость, р.
20 Ом	6	2,00	192,00
20 кОм	6	2,00	192,00
10 кОм	3	2,00	192,00
33 кОм	6	2,00	96,00
1 кОм	1	2,00	192,00

Прочие компоненты

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, р./шт.	Стоимость, р.
Печатная плата	1	45,00	45,00
FD6288	1	68,12	68,12
CH32V003F4P6	1	15,00	15,00
IRFHM830TRPBF	6	74,50	447,00
1N4148	3	0,60	1,80

При заказе от 1 тыс. шт.: **624,34 Р**

Стоимость прототипа

Набор конденсаторов

Наименование	Кол- во, шт.	Цена, р./шт .	Ст- ость, р.
10нкФ 25В	16	5	80
100нФ 50В	64	3	192
150нФ 50В	48	4	192
220нФ 50В	48	0,5	24
1мкФ 36В	48	3	144
2мкФ 50В	48	3	144
10мкФ 35В	48	8	384

Набор резисторов

Наименование	Кол- во, шт.	Цена, р./шт .	Ст- ость, р.
200м	96	2	192
20кОм	96	2	192
3кОм	96	2	192
10кОм	48	2	96
33кОм	96	2	192,00

Прочие компоненты

Наименование	Кол- во, шт.	Цена, р./шт .	Ст- ость, р.
Печатная плата	120	93,45	11 213,66
IRFHM830	96	80,3	7 708,8
FD6288	16	68,97	1 103,52
1N4148	48	1	48

Итого: 22 097,98 ₽