

ООО «НПФ Мехатроника-Про»

**«ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ С ОТКРЫТОЙ
ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМОЙ MBS-FC01»**

**Преобразователь частоты MBS-FC01-2.2 кВт
V1.1 исп. 2**

Техническое описание

Rev. 1.0

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Назначение..... | 4 |
| 2. Технические характеристики и состав ПЧ..... | 5 |
| 2.1. Основные характеристики силовой части преобразователя частоты MBS-FC01-2,2кВт V1.1 исп. 2 | 5 |
| 2.2. Основные характеристики схемы управления преобразователя частоты MBS-FC01-2,2кВт исп. 2 | 5 |
| 2.3. Состав ПЧ MBS-FC01 V1.1 исп. 2 | 6 |
| 2.4. Программное обеспечение для управления электроприводом..... | 7 |
| 3. Плата управления ControlCard-28335V1.1 | 8 |
| 3.1. Назначение и состав платы..... | 8 |
| 3.2. Расположение элементов на плате ControlCard-28335V1.1 | 9 |
| 3.3. Назначение разъёмов платы ControlCard-28335V1.1..... | 10 |
| 3.4. Назначение переключателей | 11 |
| 3.5. Назначение светодиодов..... | 11 |
| 3.6. Назначение кнопок и микропереключателя | 11 |
| 3.7. Питание платы | 11 |
| 3.8. Тактирование микроконтроллера | 12 |
| 3.9. Программирование микроконтроллера | 12 |
| 3.10. Интерфейс USB..... | 12 |
| 3.11. Интерфейсы RS-485 | 13 |
| 3.12. Интерфейс Ethernet | 14 |
| 3.13. Шина SPI платы..... | 15 |
| 3.14. Память EEPROM..... | 15 |
| 3.15. Жидкокристаллический индикатор | 15 |
| 3.16. Использование клавиатуры..... | 16 |
| 3.17. Дискретные входы (изолированные)..... | 16 |
| 3.18. Дискретные входы (неизолированные)..... | 18 |
| 3.19. Аналоговые входы (неизолированные)..... | 18 |
| 3.20. Аналоговые выходы (изолированные) | 19 |
| 3.21. Релейные выходы..... | 19 |
| 3.22. Интерфейс инкрементного энкодера | 20 |
| 3.23. ПЛИС..... | 20 |
| 3.24. Управление силовой платой | 21 |
| 4. Силовая плата PowerCard-03V2.2 | 23 |
| 4.1. Назначение и состав платы..... | 23 |
| 4.2. Назначение разъёмов платы | 24 |
| 4.3. Назначение переключателей | 25 |
| 4.4. Назначение светодиодов..... | 25 |
| 4.5. Питание платы | 25 |
| 4.6. Силовые разъёмы платы | 25 |
| 4.7. Защиты силовой платы | 26 |
| 4.8. Управление силовыми ключами | 26 |
| 4.9. Управление тормозным ключом | 26 |
| 4.10. Схема заряда | 26 |
| 4.11. Датчики тока и напряжения | 27 |
| 5. Источник питания PC-03PowerSupplyV1.1 | 28 |
| 5.1. Назначение и состав платы..... | 28 |
| 5.2. Назначение разъёмов платы | 28 |
| 5.3. Силовой разъём платы..... | 28 |
| 5.4. Выходные разъёмы платы | 28 |

| | |
|--|----|
| 6. Подключение и монтаж | 30 |
| 6.1. Расположение разъемов и соединение плат | 30 |
| 6.2. Подключение источников питания и нагрузки силовой платы | 30 |
| 6.3. Подключение внешних управляющих сигналов | 31 |
| 8. Руководство по программированию | 32 |
| 8.1. Программирование GPIO | 32 |
| 8.2. Работа с модулем АЦП | 32 |
| 8.3. Работа с модулем дискретных входов | 33 |
| 8.4. Работа с модулем дискретных выходов | 33 |
| 8.5. Работа с ШИМ | 33 |
| 8.6. Работа с тормозным резистором | 34 |
| 8.7. Работа с энкодером | 34 |
| 8.8. Работа с дисплеем | 35 |
| 8.9. Работа с клавиатурой | 35 |
| 9. Программа управления синхронным двигателем | 36 |
| 10. Указания по безопасной работе | 41 |
| 8. Комплектность | 42 |
| 9. Контакты | 43 |

1. Назначение

Устройство MBS-FC01 представляет собой бескорпусный преобразователь частоты с открытой программной платформой на базе микроконтроллера TMS320F28335 производства Texas Instruments и силового интеллектуального модуля.

Преобразователь частоты MBS-FC01, в дальнейшем именуемый «Преобразователь частоты», предназначен для управления двигателями переменного и постоянного тока, а также для разработки и тестирования программного обеспечения систем управления электроприводами, в частности:

- управления координатами электропривода (ток, крутящий момент, скорость, положение);
- защит электродвигателя;
- управления технологическим процессом;
- телесигнализации и телеуправления;
- цифровых коммуникаций;
- человеко-машинного интерфейса.

Преобразователь частоты имеет несколько исполнений, которые отличаются типом установленного силового модуля, ёмкостью конденсаторов звена постоянного тока, номинальным сопротивлением шунтов (датчиков тока), а также набором интерфейсных устройств (дискретные и аналоговые входы и выходы, релейные выходы, последовательные интерфейсы). Исполнение конкретного преобразователя частоты и его сопутствующие технические характеристики указаны в паспорте на устройство.

Преобразователь частоты поддерживает большинство необходимых функций стандартных сервоприводов и преобразователей частоты, в том числе за счет присутствия ряда периферийных устройств: встроенного ПЗУ, ЦАП, АЦП, жидкокристаллического индикатора, светодиодной индикации, кнопок и т. д.

Программное обеспечение преобразователя частоты построено на базе предустановленной во Flash-памяти процессора операционной среды реального времени MexBIOS и графической среды программирования MexBIOS Development Studio. Эта особенность позволяет пользователям преобразователя дорабатывать программное обеспечение, оптимизировать его под собственные задачи, в том числе разрабатывать и добавлять собственные программные модули как уровня управления силовым инвертором, так и уровня программно-логического контроллера для решения задач локальной автоматизации. Причем для этого могут использоваться языки как текстового, так и блочно-модульного программирования, что делает процесс доступным не только для профессиональных программистов, но и для инженеров-электроников, системотехников и т. п.

Конструктив преобразователя частоты имеет два варианта компоновки: вертикальный («этажерка») и горизонтальный, что позволяет оптимизировать размещение преобразователя в шкафу управления. Наличие корпуса преобразователя опционально.

Внимание! Перед подачей питания на ПЧ поместите его в шкаф управления или в корпус, исключающий возможность случайного контакта с токоведущими частями!

Внимание! Отдельные элементы могут быть не установлены на конкретную плату. По вопросам комплектации обращайтесь к производителю:

<http://mechatronica-pro.com>

2. Технические характеристики и состав ПЧ

2.1. Основные характеристики силовой части преобразователя частоты MBS-FC01-2,2кВт V1.1 исп. 2

Основные характеристики силовой части приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Характеристика | Значение |
|--|----------|
| Номинальное напряжение питания силовой части от трёхфазного источника переменного тока, В | 380 |
| Номинальное напряжение питания силовой части от источника постоянного тока, В | 540 |
| Рекомендуемое действующее значение длительного тока, А, не более | 6 |
| Рекомендуемое действующее значение максимального тока в течение 1 мин, А, не более | 12 |
| Рекомендуемая номинальная мощность двигателя, кВт | 2,2 |
| Номинальное напряжение питания источника питания цепей управления, В (переменного тока) | 220 |
| Типы подключаемых электродвигателей: одно- либо трёхфазный асинхронный, синхронный (в том числе с датчиками Холла), двигатель постоянного тока | |

Примечание. Превышение амплитудного значения тока выше 17 А приведёт к насыщению датчиков тока и поступлению в микроконтроллер недостоверной информации о токе.

2.2. Основные характеристики схемы управления преобразователя частоты MBS-FC01-2,2кВт исп. 2

2.2.1 Основные сведения об последовательных интерфейсах приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Интерфейс | Кол-во | Примечание |
|-----------|--------|--|
| Ethernet | 1 | Через преобразование в SPI |
| RS-485 | 1 | С гальванической изоляцией |
| USB 1.1 | 1 | Канал 1 – виртуальный COM-порт, канал 2 – программатор для программирования и отладки ПО |

2.2.2 Основные сведения об дискретных и аналоговых интерфейсах приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Интерфейс | Кол-во | Примечание |
|--|--------|--------------------------------------|
| Дискретные входы с групповой гальванической изоляцией | 6 | Уровень логической «1» 24 В. |
| Дискретные входы без гальванической изоляцией | - | Уровень логической «1» 5 В. |
| Релейные выходы | 2 | ~250 В, 8 А |
| Аналоговые входы без гальванической изоляции | 3 | По напряжению, диапазон 0...5 В. |
| Аналоговые выходы с групповой гальванической изоляцией | - | По напряжению, диапазон 0...10 В. |
| Интерфейс инкрементного энкодера с гальванической изоляцией | 1 | А+А-В+В-Z+Z- либо А В Z, уровень 5 В |

2.2.3 Основные сведения об элементах человеко-машинного интерфейса приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Интерфейс | Кол-во | Примечание |
|--------------------------------|--------|-----------------------------|
| Жидкокристаллический индикатор | 1 | Символьный, 16x2 |
| Клавиатура | 1 | 3x3 либо 4x4 с разъёмом FDZ |
| Светодиоды | 6 | |
| Кнопки | 4 | |
| Микропереключатели режимов | 1 | 4-х позиционный |

2.3. Состав ПЧ MBS-FC01 V1.1 исп. 2

Преобразователь частоты **MBS-FC01 V1.1 исп. 2** состоит из трех плат (рисунок 1):

- плата управления (модуль управления ControlCard-28335V1.1);
- плата силовая (силовой модуль PowerCard-03V2.2);
- источник питания (модуль PC-03PowerSupplyV1.1).



Рисунок 1 – Внешний вид ПЧ в сборе

2.4. Программное обеспечение для управления электроприводом

Разработанное для ПЧ тестовое программное обеспечение поставляется с ограниченными функциональными возможностями. Дополнительные функциональные возможности программного обеспечения предоставляются по согласованию.

Тестовое программное обеспечение реализовано в операционной среде **MexBIOS™** позволяющей разрабатывать программные приложения для ПЧ (а также и для прочих систем и модулей управления) методом визуального программирования. В состав операционной среды входят следующие инструменты:

1. Конфигуратор – графический редактор приложений
2. Симулятор – система предварительного моделирования работы разработанного кода совместно с математическими моделями объектов управления.
3. Отладчик
4. Генератор приложений пользователя StateFlow
5. Генератор приложений пользователя для процедур, созданных на языке C
6. Графический редактор интерфейсов для просмотра и редактирования данных
7. Набор библиотек и приложений для различных задач в области управления электродвигателями.

3. Плата управления ControlCard-28335V1.1

3.1. Назначение и состав платы

Плата ControlCard-28335V1.1 выполняет функции устройства управления и интерфейсные функции.

Функциональная схема платы показана на рис. 2.

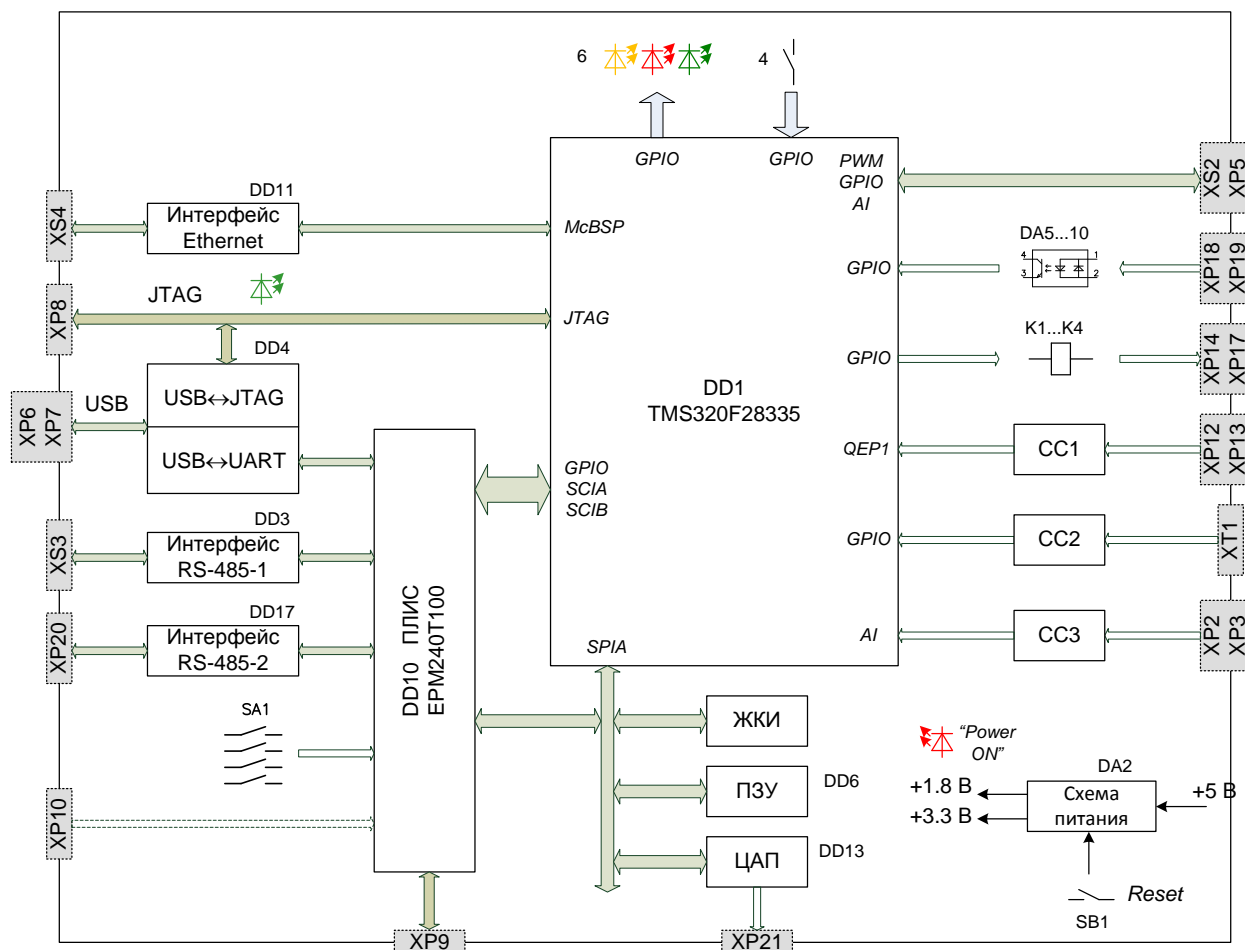


Рисунок 2 – Функциональная схема платы управления ControlCard-28335V1.1

Основные элементы, расположенные на плате:

- 1) микроконтроллер TMS320F28335 DD1;
- 2) ПЛИС EPM240T100 DD10;
- 3) схема питания на основе стабилизатора напряжения DA2;
- 4) интерфейс Ethernet (DD11);
- 5) интерфейс USB (DD4);
- 6) интерфейсы RS-485 -1 (DD3) и RS-485 -2 (DD17);
- 7) ПЗУ (EEPROM) DD6;
- 8) аналоговые входы и аналоговые выходы;
- 9) изолированные и неизолированные дискретные входы;
- 10) релейные выходы;
- 11) интерфейс инкрементного энкодера;
- 12) ЖКИ;
- 13) клавиатура;
- 14) светодиоды;
- 15) кнопки, микропереключатель.

3.2. Расположение элементов на плате ControlCard-28335V1.1

С расположением элементов на плате можно ознакомиться с помощью рис. 3.

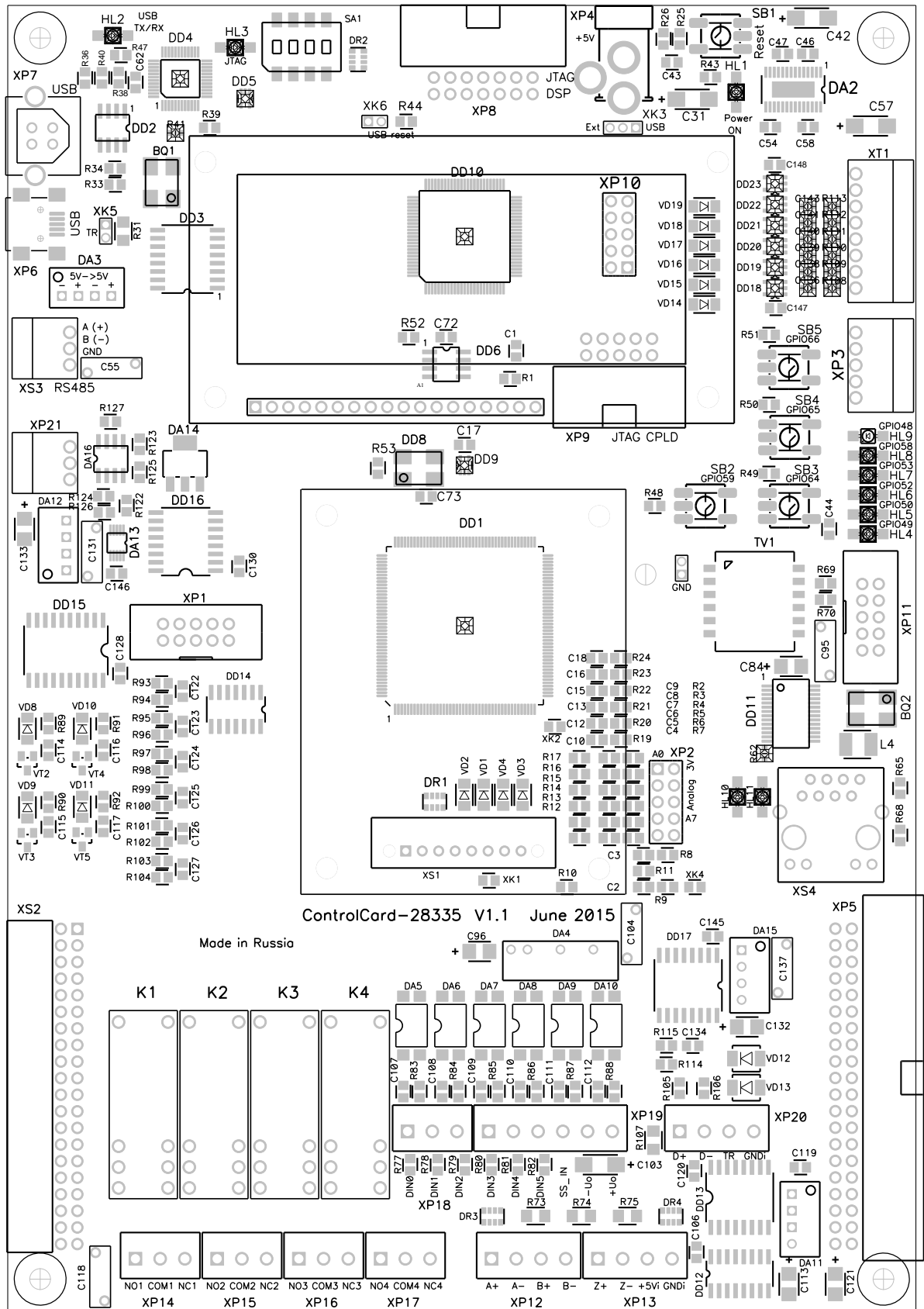


Рисунок 3 – Расположение компонентов на плате ControlCard-28335V1.1, вид сверху

3.3. Назначение разъёмов платы ControlCard-28335V1.1

Назначение разъёмов платы ControlCard-28335V1.1 приведено в табл. 5.

| Таблица 5. Назначение разъёмов платы ControlCard-28335V1.1 | | | | |
|--|------------|--|---------------------------|-----------------------------|
| Обозначение | Назначение | | Тип разъёма | Тип ответного разъёма |
| XP1 | DIO | Дискретный ввод/вывод TTL 3,3 В (не впаян) | BH-10 PBD-10 PLD-10 | IDC-10F PLD-10 PBD-10 |
| XP2 | AI | Аналоговый ввод 0...5 В (не впаян) | PBD-10 PLD-10 | IDC-10F PLD-10 PBD-10 |
| XP3 | AI | Аналоговый ввод 0...5 В | MC 0.5/5-G-2.5 | FK-MC 0.5/5-G-2.5 |
| XP4 | Power | Разъём питания 5 В | DC-005 2мм DJK-02A | NP-117B DJK-10A |
| XP5 | DIO, AI | Связь с силовой платой | PLD-40 | IDC-40F |
| XP6 | USB | а) виртуальный COM-порт, б) интерфейс программирования JTAG | USB mini | USB mini |
| XP7 | | | Порт USB тип B | Розетка USB тип B |
| XP8 | JTAG | Программирование и отладка микроконтроллера (не впаян) | BH-14R | IDC-14F PBD-14 |
| XP9 | JTAG | Программирование и отладка ПЛИС | BH-10R | IDC-10F PBD-10 |
| XP10 | DIO | Дискретный ввод/вывод TTL 3,3 В (не впаян) | BH-10 PBD-10 PLD-10 | IDC-10F PLD-10 PBD-10 |
| XP12 | QEP | Инкрементный энкодер | 15EDGRC-3.81-04P | 15EDGK-3.81-04P |
| XP13 | | | | |
| XP14 | RO | Релейные выходы | 15EDGRC-3.81-03P | 15EDGK-3.81-03P |
| XP15 | | | | |
| XP16 | | | | |
| XP17 | | | | |
| XP18 | DI | Изолированный дискретный ввод | 15EDGVC-3.81-03P | 15EDGKC-3.81-03P |
| XP19 | | | 15EDGVC-3.81-06P | 15EDGKC-3.81-06P |
| XP20 | RS485 | Изолированный последовательный интерфейс RS-485 -2 | 15EDGVC-3.81-04P | 15EDGKC-3.81-04P |
| XP21 | DAC | Изолированный ЦАП | MC 0.5/3-G-2.5 | FK-MC 0.5/3-G-2.5 |
| XS1 | | Подключение клавиатуры | 06FDZ-BT 08FDZ-BT | плоский кабель 2,54мм |
| XS2 | DIO, AI | Связь с силовой платой | PBD-40R | PLD-40R |
| XS3 | RS485 | Изолированный последовательный интерфейс RS-485 -1 | MC 0.5/3-G-2.5 | FK-MC 0.5/3-G-2.5 |
| XS4 | Ethernet | Интерфейс Ethernet | TRJD0011B | RJ-45 |
| XT1 | DI | Неизолированный дискретный ввод | MC 0.5/8-G-2.5 | FK-MC 0.5/8-G-2.5 |

3.4. Назначение переключателей

Назначение переключателей платы ControlCard-28335V1.1 приведено в табл. 6.

| Таблица 6. Назначение переключателей платы ControlCard-28335V1.1 | |
|--|--|
| Обозначение | Назначение |
| ХК1 | Выбор клавиатуры 3x3 либо 4x4 |
| ХК2 | Задание значения 0 В АЦП на уровне AGND |
| ХК3 | На плате версии 1.1 всегда в положении 2-3 |
| ХК4 | Соединение аналоговой и цифровой земель |
| ХК5 | Подключение терминального резистора интерфейса RS-485 -1 |
| ХК6 | Сброс микросхемы драйвера USB |

3.5. Назначение светодиодов

Назначение светодиодов платы ControlCard-28335V1.1 приведено в табл. 7.

| Таблица 7. Назначение светодиодов платы ControlCard-28335V1.1 | | |
|---|-----------|---|
| Обозначение | Цвет | Назначение |
| HL1 | Power ON | зеленый |
| HL2 | USB TX/RX | |
| HL3 | JTAG | |
| HL4 | GPIO49 | желтый |
| HL5 | GPIO50 | |
| HL6 | GPIO52 | |
| HL7 | GPIO53 | |
| HL8 | GPIO58 | |
| HL9 | GPIO48 | |
| | | Тестирование дискретного вывода, активный уровень – высокий |

3.6. Назначение кнопок и микропереключателя

Назначение кнопок платы ControlCard-28335V1.1 приведено в табл. 8.

| Таблица 8. Назначение кнопок платы ControlCard-28335V1.1 | | |
|--|------------|--|
| Обозначение | Назначение | |
| SB1 | Reset | Сброс микроконтроллера по питанию |
| SB2 | GPIO59 | Тестирование дискретного ввода. При нажатии кнопки вход переходит в состояние логического нуля |
| SB3 | GPIO64 | |
| SB4 | GPIO65 | |
| SB5 | GPIO66 | |

На плате также установлен четырёхпозиционный микропереключатель SA1. Его выходы заведены на входы ПЛИС DD10. Назначение микропереключателей может задано путём прошивки ПЛИС.

3.7. Питание платы

Для функционирования плате требуется питание напряжением 5 В.

Питание платы ControlCard-28335V1.1 может осуществляться двумя способами:

- в автономном режиме через разъём питания XP4 типа DJK-02A с внутренним штырём диаметром 2 мм;
- в составе с силовой платой через выводы разъёма XS2 (XP5).

3.8. Тактирование микроконтроллера

Микроконтроллер TMS320F28335 может тактироваться как от внутренних, так и от внешних источников.

В качестве внешнего источника тактирования на плате управления используется кварцевый генератор частотой 30 МГц типа KXO-V97.

3.9. Программирование микроконтроллера

Общие сведения

Программирование и отладка программ может осуществляться посредством интерфейса JTAG через встроенный конвертор USB/JTAG (разъём XP6/XP7), либо через разъём XP8 с помощью внешнего программатора.

Программирование через USB

Конвертор А микросхемы драйвера USB FT2232D (DD4) преобразует сигналы интерфейса USB в интерфейс JTAG при использовании на компьютере драйвера XDS100.

Наличие обмена индицируется зелёным светодиодом HL7 «JTAG».

Программирование через разъём XP8

Внимание! Перед подключением внешнего программатора установите перемычку XK6, переведя тем самым микросхему DD4 в состояние сброса.

Назначение выводов разъёмов приведено в табл. 9.

Таблица 9. Назначение выводов разъёмов XP8

| Разъём | Контакт | Цепь |
|---------------|---------|-----------|
| XP8 BH-14R | 1 | TMS |
| | 2 | ~TRST |
| | 3 | TDI |
| | 4 | GND |
| | 5 | +3.3 V |
| | 6 | GND |
| | 7 | TDO |
| | 8 | GND |
| | 9 | TCK |
| | 10 | GND |
| | 11 | TCK |
| | 12 | GND |
| | 13 | EMU0 |
| | 14 | EMU1/~OFF |

3.10. Интерфейс USB

Интерфейс USB используется для связи преобразователя частоты с персональным компьютером в двух режимах: виртуальный COM-порт и JTAG-программатор.

В качестве драйвера USB используется микросхема FT2232D, конвертор *B* которой преобразует сигналы интерфейса USB в UART с передачей данных на скорости до 3 Мбод.

Связь осуществляется через модуль SCIA или SCIC микроконтроллера, в зависимости от положения микропереключателей SA1 или прошивки ПЛИС.

Наличие обмена индицируется зелёным светодиодом HL2 «USB TX/RX».

На плате могут быть установлены разъёмы двух типов: USB типа B вертикальный (XP7) или USB mini (XP6). Назначение выводов разъёма приведено в табл. 10, 11.

| Таблица 10. Назначение выводов разъёма XP10 | | |
|---|---------|-------|
| Разъём | Контакт | Цепь |
| XP10 USB, тип B вертикальный | 1 | + 5 V |
| | 2 | DM |
| | 3 | DP |
| | 4 | GND |

| Таблица 11. Назначение выводов разъёма XP11 | | |
|---|---------|------------------|
| Разъём | Контакт | Цепь |
| XP11 USB mini | 1 | + 5 V |
| | 2 | DM |
| | 3 | DP |
| | 4 | ID (не использ.) |
| | 5 | GND |

3.11. Интерфейсы RS-485

Общие сведения

На плате ControlCard-28335V1.1 могут быть размещены до двух интерфейсов RS-485 с индивидуальной гальванической изоляцией.

В качестве драйвера интерфейса RS-485 используется микросхема ADM2483BRW, обеспечивающая гальваническую изоляцию и связь на скорости до 500 кбод.

Интерфейс RS-485 -1

Для подключения кабеля интерфейса RS-485 -1 использован разъёмный клеммник XS3. Назначение выводов приведено в табл. 12.

| Таблица 12. Назначение выводов разъёма XS3 | | |
|--|---------|--------|
| Разъём | Контакт | Цепь |
| XS3 | 1 | A (D+) |
| | 2 | B (D-) |
| | 3 | GND |

С помощью перемычки XK5 подключается терминальный резистор 120 Ом (R31).

| Таблица 13. Положения перемычки XK5 | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Перемычка | Положение | Терминальный резистор |
| XK5 | есть | Подключен |
| | нет | Не подключен |

Интерфейс RS-485 -2

Для подключения кабеля интерфейса RS-485 -2 использован разъёмный клеммник XP20. Назначение выводов приведено в табл. 14.

Таблица 14. Назначение выводов разъёма XP20

| Разъём | Контакт | Цепь |
|--------|---------|--------|
| XP20 | 1 | A (D+) |
| | 2 | B (D-) |
| | 3 | GND |
| | 4 | TR |

Для подключения терминального резистора 120 Ом (R107) соедините контакты 2 и 3 разъёма XP20.

3.12. Интерфейс Ethernet**Общие сведения**

Интерфейс Ethernet (разъём XS4) используется для скоростной и устойчивой к помехам связи модуля разработчика с персональным компьютером или другими устройствами.

В качестве драйвера интерфейса Ethernet используется микросхема ENC28J60-I/SS (DD11), которая преобразует сигналы интерфейса SPI микроконтроллера в Ethernet.

Связь осуществляется через модуль McBSP микроконтроллера. Используемые при этом порты показаны в табл. 15.

Таблица 15. Сигналы SPI 2 ↔ Ethernet

| Вывод МК | GPIO | Сигнал | Входы DD12 |
|----------|--------|--------------|-------------|
| 68 | GPIO24 | MDXB | 7 (MOSI) |
| 69 | GPIO25 | MDRB | 6 (MISO) |
| 72 | GPIO26 | MCLKXB | 8 (SCK) |
| 73 | GPIO27 | MFSXB | 9 (~CS) |
| 74 | GPIO32 | ~RESET_ENC28 | 10 (~RESET) |
| 75 | GPIO33 | ~INT_ENC28 | 4 (~INT) |

Разъём интерфейса Ethernet

На модуле установлен разъём типа TRJD0011BHNL (XS4). Назначение выводов разъёма приведено в табл. 16. Ответный разъём на кабель – RJ-45.

Таблица 16. Назначение выводов разъёма XS4

| Разъём | Контакт | Цепь |
|--------|---------|------|
| XS4 | 1 | TX+ |
| | 2 | TX- |
| | 3 | RX+ |
| | 6 | RX- |

3.13. Шина SPI платы

Шина SPI платы ControlCard-28335V1.1 соединена с выводами микроконтроллера согласно табл. 17.

| Таблица 17. Сигналы шины SPI платы ControlCard-28335V1.1 | | | | |
|--|--------|----------|------|-------------|
| Вывод МК | GPIO | Сигнал | | Выводы ПЛИС |
| 96 | GPIO54 | SPISIMOA | | 16 |
| 97 | GPIO55 | SPISOMIA | | 17 |
| 98 | GPIO56 | SPICLKA | | 18 |
| 99 | GPIO57 | SPISTEA | | 20 |
| 148 | GPIO35 | SPI_CS0 | ЖКИ | |
| 151 | GPIO40 | SPI_CS1 | ПЗУ | |
| 157 | GPIO44 | SPI_CS2 | ЦАП | |
| 93 | GPIO51 | SPI_CS3 | ПЛИС | 19 |

3.14. Память EEPROM

Для длительного хранения данных на модуле установлена микросхема энергонезависимой памяти типа CAT25640 (DD6) объёмом 64К с организацией (8192 x 8).

Память обменивается данными с микроконтроллером посредством интерфейса SPI, используя модуль SPIA микроконтроллера. Сигнал выбора кристалла формируется линией GPIO40 (сигнал SPI_CS1, активный низкий).

3.15. Жидкокристаллический индикатор

ЖКИ может использоваться для отображения как состояния переменных преобразователя частоты во время работы, так и для предварительной настройки констант путём организации Меню совместно с клавиатурой.

В устройстве применён символьный ЖКИ типа MT-16S2S с разрешением 16 символов x 2 строки.

ЖКИ соединяется с платой управления посредством разъёма типа PLS-18. Управление ЖКИ пояснено в табл. 18.

| Таблица 18. Назначение выводов разъёма ЖКИ | | |
|--|-----------|---|
| Контакт | Цепь | Примечание |
| 1 | GND | Питание ЖКИ |
| 2 | 3,3 В | |
| 4 | A0_LCD | Сигнал управления «Команда/данные». Управляется от GPIO68 |
| 12 | SPI_CS0 | Шина SPI |
| 13 | SPI_CLKA | |
| 14 | SPI_SIMOA | |
| 15 | +LED | «Подсветка +». Управляется от GPIO42 |
| 16 | -LED | «Подсветка -». Соединён с «GND» |
| 17 | RES_LCD | Сигнал управления «Начальная инициализация». Активный низкий. Управляется от GPIO67 |
| 18 | PSB | Соединён с «GND» |

3.16. Использование клавиатуры

В преобразователе частоты установлен разъём для подключения гибкой клавиатуры 06FDZ-BT или 08FDZ-BT.

Основной вариант исполнения предполагает использование разъёма 06FDZ-BT и стандартной клавиатуры СК-15-1 с организацией 3 x 3. Принцип работы клавиатуры с организацией 3 x 3 поясняет схема рис. 4.

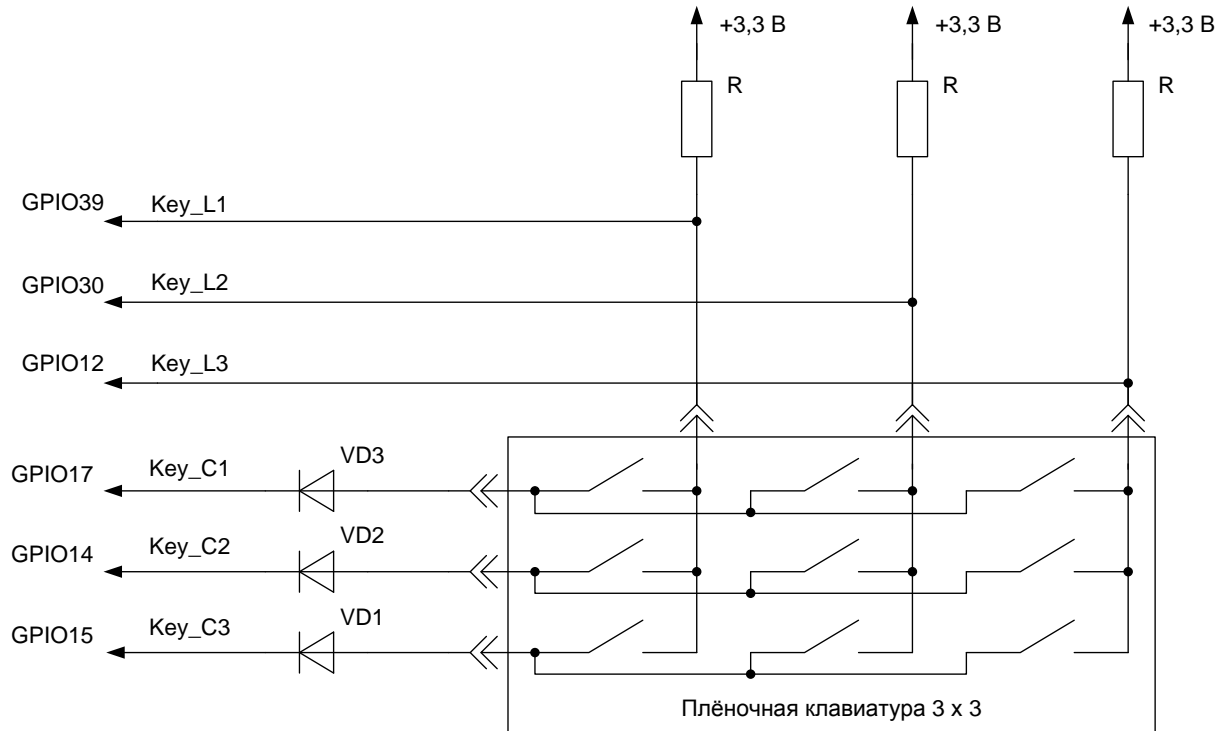


Рисунок 4

Клавиатура представляет собой матрицу из кнопок 3 x 3. Линии Key_L1, Key_L2, Key_L3 подтянуты к +3,3 В и заведены на выводы GPIO, сконфигурированные как входы. Линии Key_C1, Key_C2, Key_C3 через разделительные диоды заведены на выводы GPIO, сконфигурированные как выходы. Микроконтроллер периодически опрашивает линии Key_C1, Key_C2, Key_C3, подтягивая их к нулю. Если кнопка не нажата, на входных линиях Key_L1, Key_L2, Key_L3 остаётся уровень логической единицы, при нажатии – уровень логического нуля. В среде Mex-BIOS эту функцию выполняет соответствующий драйвер.

Внимание! Для корректной работы клавиатуры 3 x 3 необходимо убедиться в наличии перемычки ХК1, а также настроить вывод микроконтроллера GPIO13 на вход.

3.17. Дискретные входы (изолированные)

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе до 6-ти дискретных входов с групповой гальванической изоляцией.

В зависимости от исполнения входы могут быть настроены на напряжение управления 24 В, либо 5 В. При этом и напряжение питания, выведенное на контакты 5, 6 разъёма ХР19 будет иметь значение 24 В либо 5 В. Для уточнения исполнения см. паспорт на устройство. Допустимый ток, потребляемый от встроенного источника не должен превышать 80 мА при напряжении 24 В и 400 мА при напряжении 5 В.

Сигналы на входы подаются через разъёмные клеммники XP18, XP19. Назначение выводов разъёмов показано в табл. 19.

| Таблица 19. Назначение выводов разъёмов XP18, XP19 | | | |
|--|---------|--------|-----------------------------|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| XP18 | 1 | DI0 | GPIO80 |
| | 2 | DI1 | GPIO81 |
| | 3 | DI2 | GPIO82 |
| XP19 | 1 | DI3 | GPIO83 |
| | 2 | DI4 | GPIO85 |
| | 3 | DI5 | GPIO86 |
| | 4 | SS_IN | Общая точка входов |
| | 5 | - Упит | Отрицательный вывод питания |
| | 6 | +Упит | Положительный вывод питания |

Дискретные входы сделаны на базе оптронов DA5...DA10. Датчики типа «сухой контакт» могут подключаться по схеме 5, а) или б), датчики с транзисторным выходом типа р-н-р – по схеме 5, в), датчики с транзисторным выходом типа н-р-н – по схеме 5, г).

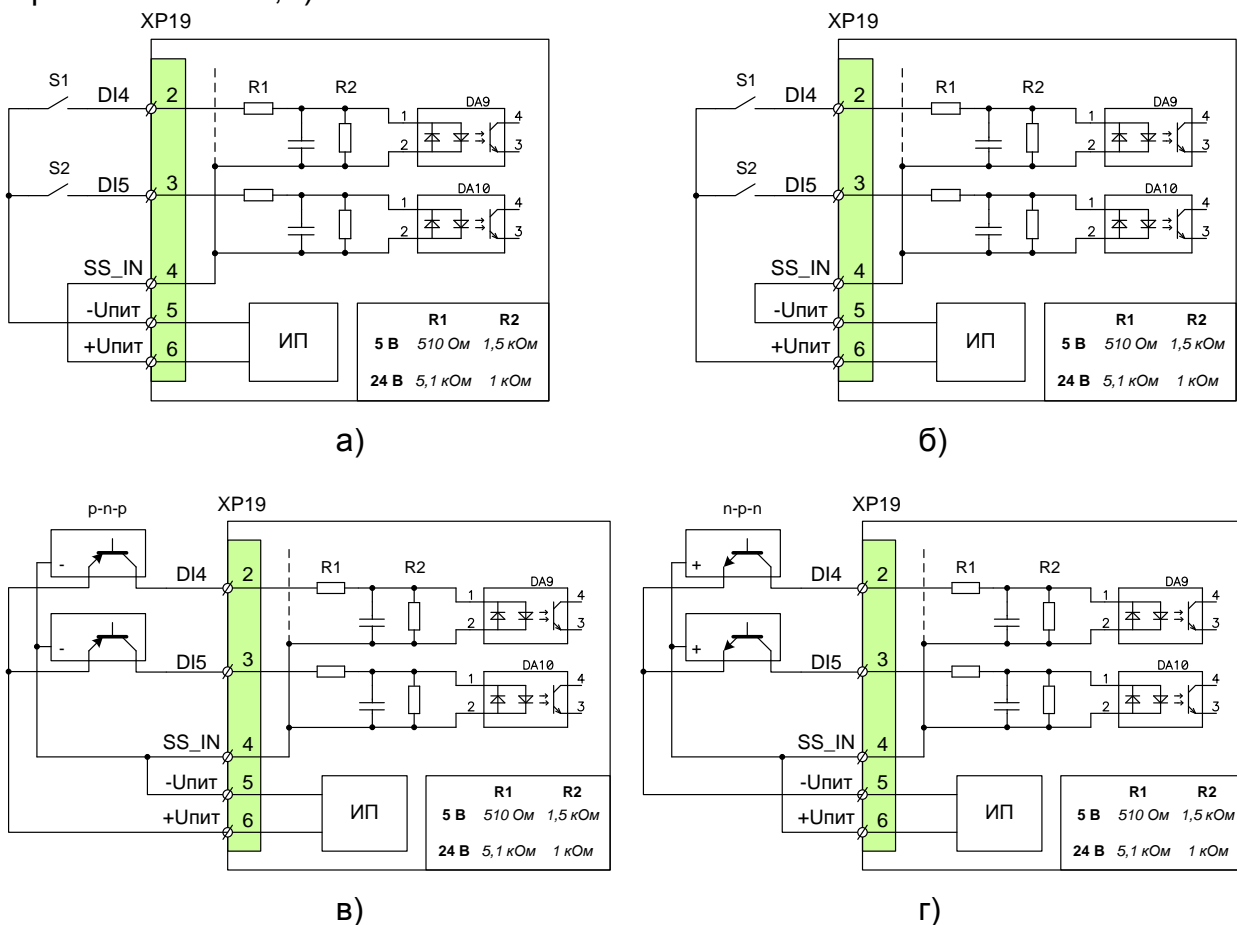


Рисунок 5

3.18. Дискретные входы (неизолированные)

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе до 6-ти дискретных входов уровня TTL 5 В без гальванической изоляции.

Сигналы на входы подаются через разъёмный клеммник ХТ1. Назначение выводов разъёмов показано в табл. 20.

| Таблица 20. Назначение выводов разъёма ХТ1 | | | |
|---|----------------|-------------|-------------------|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| ХТ1 | 1 | DI7 | GPIO60 |
| | 2 | DI8 | GPIO61 |
| | 3 | DI9 | GPIO69 |
| | 4 | DI10 | GPIO70 |
| | 5 | DI11 | GPIO73 |
| | 6 | DI12 | GPIO75 |
| | 7 | +5 В | |
| | 8 | GND | |

3.19. Аналоговые входы (неизолированные)

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе до 8-ти аналоговых входов уровня 0...5 В без гальванической изоляции.

Приведение напряжения от диапазона 0...5 В к входному диапазону АЦП 0...3 В осуществляется с помощью резистивного делителя напряжения с коэффициентом 3/5 и входным сопротивлением 3 кОм.

Аналоговые сигналы могут быть поданы либо на разъёмный клеммник ХР3, либо на разъём ХР2 типа PBD-10 (PLD-10). Назначение выводов разъёмов показано в табл. 21.

| Таблица 21. Назначение выводов разъёмов ХР3, ХР2 | | |
|---|----------------|-------------|
| Разъём | Контакт | Цепь |
| ХР3 | 1 | ADCINA0 |
| | 2 | ADCINA1 |
| | 3 | ADCINA2 |
| | 4 | +3,3 В_A |
| | 5 | AGND |
| ХР2 | 1 | ADCINA0 |
| | 2 | ADCINA1 |
| | 3 | ADCINA2 |
| | 4 | ADCINA3 |
| | 5 | ADCINA4 |
| | 6 | ADCINA5 |
| | 7 | ADCINA6 |
| | 8 | ADCINA7 |
| | 9 | +3,3 В_A |
| | 10 | AGND |

3.20. Аналоговые выходы (изолированные)

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе до 2-х аналоговых выходов с диапазоном 0...10 В с групповой гальванической изоляцией.

Аналоговые выходы формируются микросхемой ЦАП AD5623R, а нормализация сигнала осуществляется операционными усилителями. Микросхема ЦАП управляется микропроцессором по последовательной шине SPI. Сигнал выбора кристалла для ЦАП – SPI_CS2 (GPIO44).

Сигналы ЦАП выдаются на разъёмный клеммник XP21. Назначение выводов разъёмов показано в табл. 22.

| Таблица 22. Назначение выводов разъёма XP21 | | | |
|---|---------|---------|-----------------|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| XP21 | 1 | DAC B | Канал В ЦАП |
| | 2 | DAC A | Канал А ЦАП |
| | 3 | DAC_GND | Общая точка ЦАП |

3.21. Релейные выходы

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе до 4-х релейных выходов.

На плате установлены реле типа G6RN-1, имеющие один перекидывающийся контакт. Основные характеристики реле приведены в табл. 23.

| Таблица 23. Основные характеристики реле | |
|---|---------------------------------|
| Характеристика | Значение |
| Номинальная переключающая способность при резистивной нагрузке | 8 А при ~250 В 5 А при =30 В |
| Номинальный тепловой ток | 8 А |
| Максимальное напряжение переключения | ~250 В, =30 В |
| Максимальная переключающая способность | 2000 ВА, 150 Вт |
| Минимальная нагрузка | 10 мА, =5 В |
| Сопrotивление контакта, не более | 100 мОм |
| Время срабатывания | 6 мс |
| Время отпускания | 3 мс |
| Максимальная частота работы механическая | 36 000 вкл./час |
| Максимальная частота работы электрическая, при номинальной нагрузке | 360 вкл./час |
| Ресурс механический | 10 000 000 вкл. |
| Ресурс электрический | 50 000 вкл. |

Реле подключены к разъёмным клеммникам XP14...XP17. Назначение выводов разъёмов показано в табл. 24.

Таблица 24. Назначение выводов разъемов XP3, XP2

| Разъём | Контакт | Цепь |
|--------|---------|-------------------------|
| XP14 | 1 | нормально открытый, NO1 |
| | 2 | общий, COM1 |
| | 3 | нормально закрытый, NC1 |
| XP15 | 1 | нормально открытый, NO2 |
| | 2 | общий, COM2 |
| | 3 | нормально закрытый, NC2 |
| XP16 | 1 | нормально открытый, NO3 |
| | 2 | общий, COM3 |
| | 3 | нормально закрытый, NC3 |
| XP17 | 1 | нормально открытый, NO4 |
| | 2 | общий, COM4 |
| | 3 | нормально закрытый, NC4 |

3.22. Интерфейс инкрементного энкодера

Плата управления ControlCard-28335V1.1 может иметь в своём составе интерфейс инкрементного энкодера.

Схема интерфейса позволяет работать как с энкодерами с дифференциальным выходным сигналом 5 В, RS-422 (Line driver output), так и с энкодерами с однополярным сигналом TTL 5 В. В качестве нагрузки линии RS-422 используются резисторы R73...R75, которые могут быть впаяны необходимого номинала либо наоборот выпаяны в зависимости от типа используемого энкодера и необходимости согласования линии и защиты от помех.

Допустимый ток, потребляемый от встроенного источника не должен превышать 200 мА.

Сигналы от энкодера подаются через разъёмные клеммники XP12, XP13. Назначение выводов разъемов показано в табл. 25.

Таблица 25. Назначение выводов разъемов XP12, XP13

| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
|--------|---------|-----------|-----------------------|
| XP12 | 1 | A+ (A) | EQEP1A (GPIO20) |
| | 2 | A- | |
| | 3 | B+ (B) | EQEP1B (GPIO21) |
| | 4 | B- | |
| XP13 | 1 | Z+ (Z) | EQEP1I (GPIO23) |
| | 2 | Z- | |
| | 3 | +Упит, 5В | Питание энкодера, 5 В |
| | 4 | ENC_GND | |

3.23. ПЛИС

Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) DD10 расширяет возможности платы в части предварительной логической обработки сигналов, а так же подключения последовательных интерфейсов. ПЛИС программируется через разъём XP9.

3.24. Управление силовой платой

Вывод дискретных управляющих сигналов с платы управления ControlCard-28335V1.1 на силовую плату PowerCard03V2.2, а также ввод дискретных и аналоговых сигналов с силовой платы осуществляется через разъёмы XS2 или XP5, включенных параллельно (pin-to-pin). Разъём XS2 используется при компоновке плат типа «раскрытая книга», а разъём XP5 – при компоновке типа «этажерка».

Все выводы разъёмов, соответствующие логическим сигналам, соединены с микроконтроллером напрямую и допускают работу с уровнем напряжения 3,3 В. Аналоговые сигналы соединены с микроконтроллером через RC-фильтры.

Назначение выводов разъёмов приведено в табл. 26.

| Таблица 26. Назначение выводов разъёмов XS2, XP5 | | | | | | |
|--|-------|--------|------------------------|---------|------|-------------------------------------|
| Разъём | Конт. | Цепь | Вывод микроконтроллера | | | Функция в ПЧ |
| | | | № | Функция | GPIO | |
| XS2, XP5 | 1 | CUR_V1 | 46 | ADCINB0 | | Датчик тока, фаза V |
| | 2 | CUR_W1 | 47 | ADCINB1 | | Датчик тока, фаза W |
| | 3 | CUR_C2 | 48 | ADCINB2 | | резерв |
| | 4 | CUR_A2 | 49 | ADCINB3 | | резерв |
| | 5 | V_DC2 | 50 | ADCINB4 | | резерв |
| | 6 | V_DC1 | 51 | ADCINB5 | | Датчик напряжения DC |
| | 7 | AGND | | | | Аналоговая земля |
| | 8 | GND | 53 | ADCINB7 | | |
| | 9 | CLK_W1 | | | | DD10:26, резерв |
| | 10 | REF_3V | | | | резерв |
| | 11 | DAT_W1 | | | | DD10:97, резерв |
| | 12 | CLK_V1 | | | | DD10:98, резерв |
| | 13 | DAT_V1 | | | | DD10:99, резерв |
| | 14 | BRAKE1 | 63 | | 19 | Управление тормозным ключом (выход) |
| | 15 | BRAKE2 | 174 | | 87 | резерв |
| | 16 | FAULT1 | 66 | | 22 | Неисправность (вход) |
| | 17 | ENPWM1 | 176 | | 31 | Разрешение работы ШИМ (выход) |
| | 18 | PWM6 | 12 | EPWM3B | 5 | ШИМ6 |
| | 19 | PWM5 | 11 | EPWM3A | 4 | ШИМ5 |
| | 20 | PWM4 | 10 | EPWM2B | 3 | ШИМ4 |
| | 21 | PWM3 | 7 | EPWM2A | 2 | ШИМ3 |
| | 22 | PWM2 | 6 | EPWM1B | 1 | ШИМ2 |
| | 23 | PWM1 | 5 | EPWM1A | 0 | ШИМ1 |
| | 24 | GND | | | | Общая точка схемы |
| | 25 | FAULT2 | 62 | | 18 | Неисправность 2 (вход) |
| | 26 | GND | | | | Общая точка схемы |
| | 27 | ENPWM2 | 131 | | 74 | резерв |
| | 28 | PWM12 | 20 | EPWM6B | 11 | резерв |
| | 29 | PWM11 | 19 | EPWM6A | 10 | резерв |
| | 30 | PWM10 | 18 | EPWM5B | 9 | резерв |
| | 31 | PWM9 | 17 | EPWM5A | 8 | резерв |
| | 32 | PWM8 | 16 | EPWM4B | 7 | резерв |
| | 33 | PWM7 | 13 | EPWM4A | 6 | резерв |

| Таблица 26. Назначение выводов разъемов XS2, XP5 | | | | | | |
|---|--------------|-------------|-------------------------------|----------------|-------------|--------------------------------|
| Разъем | Конт. | Цепь | Вывод микроконтроллера | | | Функция в ПЧ |
| | | | № | Функция | GPIO | |
| | 34 | +3,3 В | | | | Питание 3,3 В на силовую плату |
| | 35 | GND | | | | Общая точка схемы |
| | 36 | GND | | | | |
| | 37 | +5 В | | | | Питание 5 В с силовой платы |
| | 38 | +5 В | | | | |
| | 39 | +5 В | | | | |
| | 40 | +5 В | | | | |

4. Силовая плата PowerCard-03V2.2

4.1. Назначение и состав платы

Плата PowerCard-03V2.2 выполняет функции силовой платы преобразователя частоты.

Функциональная схема платы показана на рис. 5.

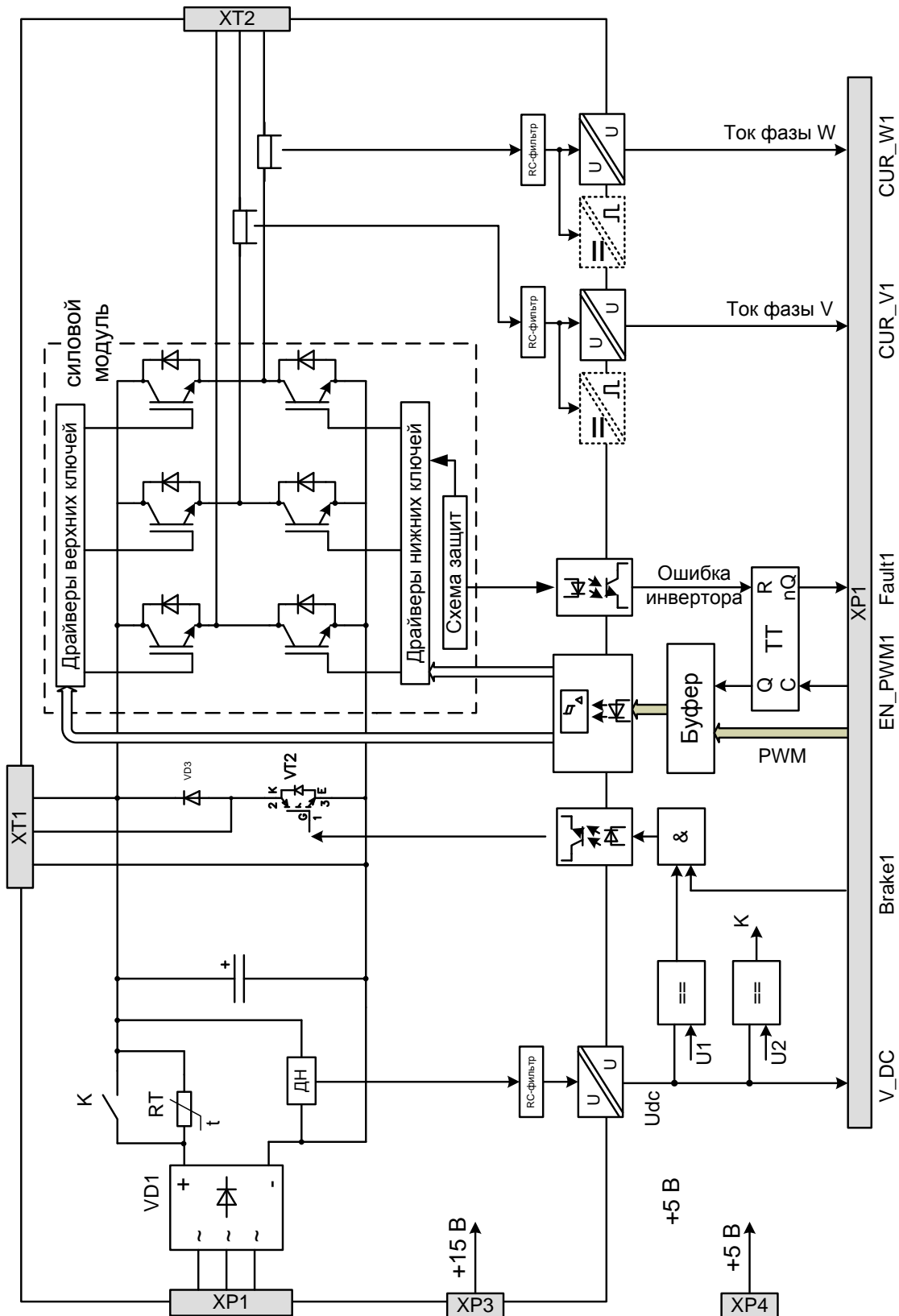


Рисунок 5 – Функциональная схема силовой платы

Основные функциональные элементы платы PowerCard-03V2.2:

- 1) силовой интеллектуальный IGBT-модуль;
- 2) входной силовой выпрямительный мост VD1;
- 3) батарея конденсаторов звена постоянного тока;
- 4) схема заряда конденсаторов;
- 5) схема управления тормозным ключом;
- 6) схема управления силовым модулем;
- 7) датчики тока выходных фаз;
- 8) датчик напряжения звена постоянного тока.

Силовая плата построена на базе интеллектуального IGBT-модуля PS22A78-E (либо PS22A79) фирмы MITSUBISHI ELECTRIC. Модуль включает в себя трехфазный мост из шести транзисторов с обратными диодами, драйверы транзисторов и схему защит (см. рис. 5).

Силовое питание на плату может подаваться от источника как трех/однофазного переменного, так и постоянного тока через разъёмный клеммник XP1. При работе на небольших напряжениях без использования зарядного резистора напряжение может быть подано через разъёмный клеммник XT1.

На плате установлены силовой диодный мост и конденсаторы большой емкости (680 мкФ) для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения и питания двигателя реактивной энергией.

Заряд силовых конденсаторов после подачи питания осуществляется через специальную цепь заряда.

Для защиты от перенапряжения и для сброса избыточной энергии, поступающей в преобразователь частоты в режиме рекуперации, используется тормозной ключ.

4.2. Назначение разъёмов платы

Назначение разъёмов платы PowerCard-03V2.2 приведено в табл. 27.

| Таблица 27. Назначение разъёмов платы PowerCard-03V2.2 | | | |
|---|--|--------------------|------------------------------|
| Обозначение | Назначение | Тип разъёма | Тип ответного разъёма |
| XP1 | Ввод силового напряжения | 2EDGR-5.08-05P | 2EDGK-5.08-05P |
| XP2 | Подключение платы управления | PLD-40R | IDC-40F PBD-40R |
| XP3 | Напряжение питания +15 В | WF-04 | HU-04 |
| XP4 | Напряжение питания +5 В | WF-06 | HU-06 |
| XT1 | Клеммы шины DC, подключение тормозного резистора | 2EDGRC-7.5-03P | 2EDGK-7.5-03P |
| XT2 | Силовой выход на двигатель | 2EDGRC-7.5-03P | 2EDGK-7.5-03P |

4.3. Назначение переключателей

Назначение переключателей платы PowerCard-03V2.2 приведено в табл. 28.

| Таблица 28. Назначение переключателей платы PowerCard-03V2.2 | |
|--|--|
| Обозначение | Назначение |
| ХК1 | Контрольная точка GND |
| ХК2 | Соединение аналоговой и цифровой земли |
| ХК3 | Выбор режима работы схемы заряда |

4.4. Назначение светодиодов

Назначение светодиодов платы PowerCard-03V2.2 приведено в табл. 29.

| Таблица 29. Назначение светодиодов платы PowerCard-03V2.2 | | | |
|---|----------|---------|--|
| Обозначение | | Цвет | Назначение |
| HL1 | BR | желтый | Индикация включения тормозного резистора |
| HL2 | Rele OFF | желтый | Индикация состояния реле в цепи заряда конденсаторов |
| HL3 | Fault | красный | Индикация срабатывания защиты |
| HL4 | PWM ON | зеленый | Индикация включения ШИМ |

4.5. Питание платы

Для функционирования платы PowerCard-03V2.2 требуются два источника питания, гальванически изолированных друг от друга.

Напряжение +15 В через разъем ХР3 подается для питания цепей, связанных с силовым напряжением платы.

Напряжение +5 В через разъем ХР4 подается для питания цепей управления, гальванически не связанных с напряжением платы. Это же напряжение через разъем ХР2 подается на плату управления ControlCard-28335V1.1. Напряжение 3,3 В, необходимое для питания некоторых цепей силовой платы, поступает через разъем ХР2 с платы управления.

4.6. Силовые разъемы платы

Назначение выводов силовых разъемов платы показано в табл. 30.

| Таблица 30. Назначение выводов разъемов ХР1, ХТ1, ХТ2 | | | |
|---|---------|----------|--|
| Разъем | Контакт | Цепь | Примечание |
| ХР1 | 1 | РЕ | Защитное заземление <i>не используется</i> |
| | 2 | | |
| | 3 | R | Ввод силового питания до ~420 В, =600 В |
| | 4 | S | |
| | 5 | T | |
| ХТ1 | 1 | -DC (N) | 1-3 – шина постоянного тока. 2-3 – подключение тормозного резистора |
| | 2 | BR | |
| | 3 | +DC (BR) | |
| ХТ2 | 1 | U | Подключение двигателя |
| | 2 | V | |
| | 3 | W | |

4.7. Защиты силовой платы

Силовая плата PowerCard-03V2.2 имеет следующие защиты:

- 1) защита от короткого замыкания в нагрузке (обеспечивается силовым модулем);
- 2) защита от пониженного напряжения питания цепей управления (обеспечивается силовым модулем);
- 3) защита от перегрева модуля (аналоговый датчик температуры встроен в силовой модуль);
- 4) защита от превышения напряжения на звене постоянного тока;
- 5) защита от превышения тока (в зависимости от исполнения).

4.8. Управление силовыми ключами

Широтно-модулированные импульсы управления силовыми ключами (EPWM1-3, GPIO0-5) поступают от платы управления через разъем XP2. На силовой плате импульсы буферизируются, с помощью оптронов гальванически развязываются и подаются на силовой модуль.

Кроме импульсов управления ключами микроконтроллер вырабатывает также сигнал разрешения ENPWM1 (активный низкий, GPIO31), который по фронту взводит Т-триггер и тем самым разрешает работу буфера. При этом светится светодиод HL4 «PWM ON». В случае срабатывания в силовом модуле встроенной защиты, либо если сработает защита от перегрева модуля, сигнал аварии сбросит Т-триггер, и при этом загорится светодиод HL3 «FAULT», светодиод HL4 «PWM ON» погаснет, а выход FAULT1 (GPIO22) перейдет в состояние логической единицы. Сбросить аварию можно отрицательным фронтом сигнала ENPWM1.

4.9. Управление тормозным ключом

Тормозной ключ совместно с тормозным резистором для преобразования в тепло энергии, возвращающейся от двигателя в тормозных режимах.

Тормозной ключ включается в двух случаях:

- 1) по сигналу BRAKE1 от микроконтроллера (GPIO19, активный низкий);
- 2) по срабатыванию компаратора при достижении напряжения на шине постоянного тока уровня 690 В. Выключается при напряжении 625 В.

Тормозной резистор на плате не установлен. Подключается к выводам 2-3 разъема XT1. Номинальное сопротивление и мощность тормозного резистора определяются условиями работы преобразователя частоты. При мощности подключаемого двигателя 2,2 кВт, сопротивление резистора может быть порядка 150 Ом.

4.10. Схема заряда

Схема заряда предназначена для снижения импульсных токов заряда конденсатора звена постоянного тока в первый момент после подачи питания на силовую плату.

Схема состоит из терморезисторов, реле и схемы управления. Заряд конденсаторов идет через терморезисторы, ограничивающие ток заряда. Далее включается реле, шунтирующее своими контактами терморезисторы.

В зависимости от положения переключки ХК3 схема заряда работает по-разному. Варианты работы поясняет табл. 31.

Таблица 31. Варианты работы схемы заряда

| Положение переключки ХКЗ | Работа схемы заряда |
|--------------------------|--|
| не установлена | Шунтирующее реле включено постоянно. Рекомендуется при низких напряжениях силового питания. |
| 1-2 | По компаратору. Шунтирующее реле включается при снижении напряжения на конденсаторах до уровня 370 В. Рекомендуется при работе на полном напряжении. |
| 2-3 | По таймеру. Шунтирующее реле включается через 1-1,5 с после появления напряжения питания цепей управления. |

4.11. Датчики тока и напряжения

На плате установлены несколько датчиков:

- датчики тока двух фаз двигателя;
- датчик напряжения в звене постоянного тока.

Датчики тока берут информацию с шунтов в соответствующих цепях, датчик напряжения построен на базе делителя напряжения. Информация с этих датчиков фильтруется RC-фильтрами и преобразуется гальванически изолированными усилителями типа HCPL-7510.

Усилители выдают однополярный сигнал с нулевым уровнем 1,5 В.

Расчетный коэффициент датчиков тока зависит от используемых шунтов:

$$K_{дт} (В/А) = R_{ш} (Ом) * 5,86 (В/В).$$

Т. е. при использовании шунтов 0,015 Ом, $K_{дт} = 0,0879$ В/А. Максимальное напряжение на выходе 3 В будет достигнуто при амплитудном токе

$$I_{макс} = (3 - 1,5)/0,0879 = 17 А.$$

Расчётный коэффициент датчика напряжения $K_{дн} = 0,0012557$ В/В.

5. Источник питания PC-03PowerSupplyV1.1

5.1. Назначение и состав платы

Плата PC-03PowerSupplyV1.1 выполняет функции источника питания преобразователя частоты и формирует из переменного напряжения 220 В два напряжения постоянного тока: +15 В, +5 В.

На плате размещены:

- 1) AC/DC преобразователь ~220 В/ + 15 В, мощность 5 Вт;
- 2) AC/DC преобразователь ~220 В/ + 5 В, мощность 10 Вт;
- 3) силовой разъём ~220 В;
- 4) разъёмы питания +15 В, +5 В типа WF, либо плоские шлейфы с разъёмами типа HU.

5.2. Назначение разъёмов платы

Назначение разъёмов платы PC-03PowerSupplyV1.1 приведено в табл. 32.

| Таблица 32. Назначение разъёмов платы PC-03PowerSupplyV1.1 | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Обозначение | Назначение | Тип разъёма | Тип ответного разъёма |
| XP1 | Вход силового напряжения ~220 В | 2EDGR-5.08-03P | 2EDGK-5.08-03P |
| XP3 | Выход напряжения +15 В | WF-04 (шлейф с HU-04) | HU-04 (WF-04) |
| XP4 | Выход напряжения +5 В | WF-06 (шлейф с HU-06) | HU-06 (WF-06) |

5.3. Силовой разъём платы

Плата питается переменным напряжением ~220 В, подаваемым через разъём XP1. Назначение выводов разъёма показано в табл. 33.

| Таблица 33. Назначение выводов разъёма XP1 | | | |
|--|---------|------------|---------------------|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| XP1 | 1 | ~220 В (L) | Питание платы |
| | 2 | ~220 В (N) | |
| | 3 | PE | Защитное заземление |

5.4. Выходные разъёмы платы

Назначение выводов выходных разъёмов платы XP3, XP4 показано в табл. 34.

| Таблица 34. Назначение выводов разъёма XP3, XP4 | | | |
|---|---------|-------|-------------------------------------|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| XP3 | 1 | -15 В | Соединяется с шиной N силовой платы |
| | 2 | | |
| | 3 | +15 В | Питание цепей +15 В силовой платы |
| | 4 | | |

| Таблица 34. Назначение выводов разъёма ХР3, ХР4 | | | |
|--|----------------|-------------|--|
| Разъём | Контакт | Цепь | Примечание |
| ХР4 | 1 | | Резерв |
| | 2 | | |
| | 3 | -5 В | Соединяется с шиной GND силовой платы и платы управления |
| | 4 | | |
| | 5 | +5 В | Питание цепей +5 В силовой платы и платы управления |
| | 6 | | |

6. Подключение и монтаж

6.1. Расположение разъемов и соединение плат

Подключение плат преобразователя частоты при их горизонтальном соединении производится согласно рис. 6. Там же показано расположение разъемов на платах управления, силовой и источника питания. При компоновке плат типа «этажерка» силовая плата и плата управления соединяются между собой гибким шлейфом через разъемы XP2, XP5.

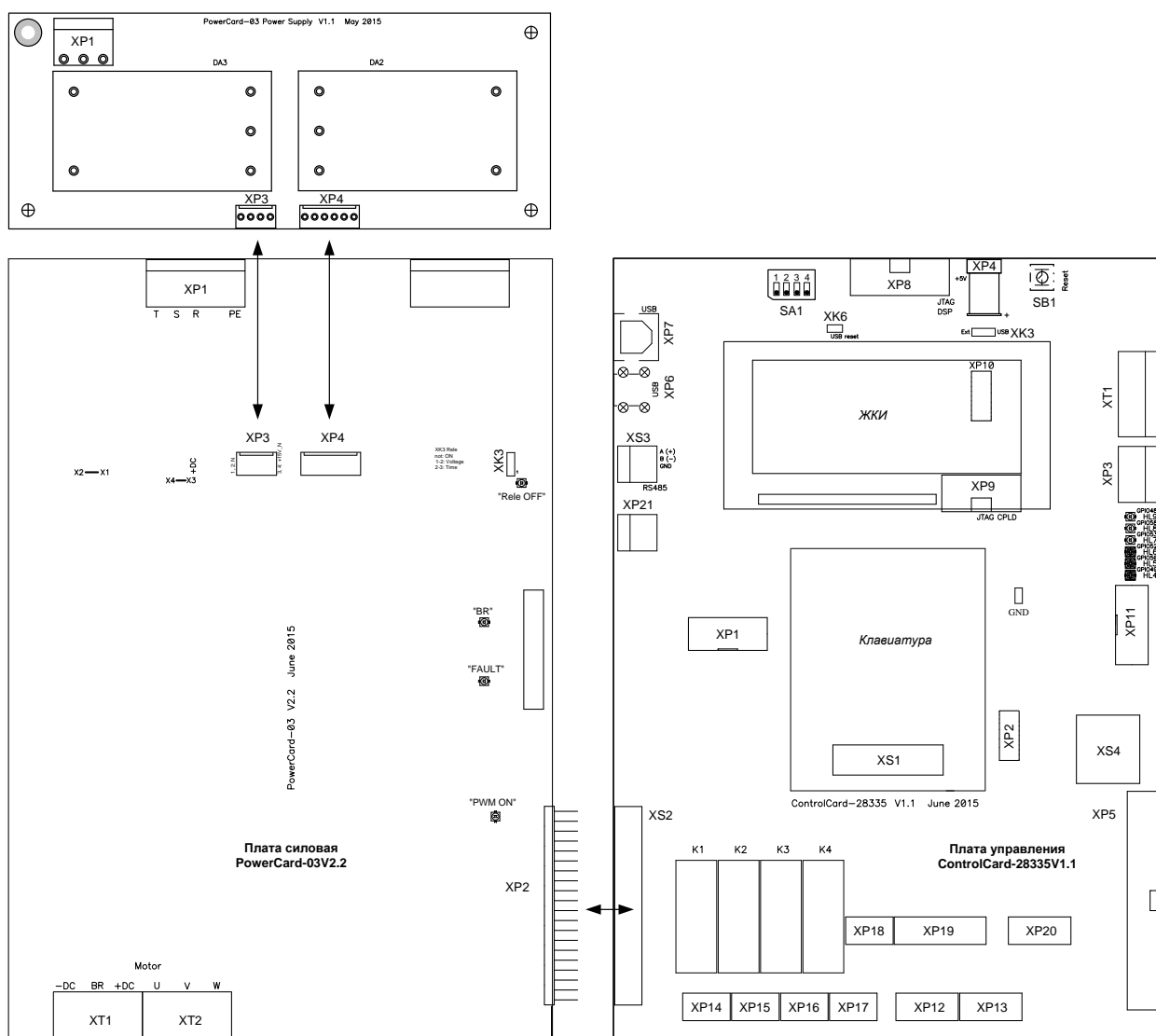


Рисунок 6 – Соединение плат и расположение разъемов на них

6.2. Подключение источников питания и нагрузки силовой платы

Для питания цепей управления необходимо подать напряжение ~220 В на разъем XP1 платы источника питания.

Для питания силовой части преобразователя частоты необходимо подать напряжение до ~420 В, =600 В на разъем XP1 силовой платы.

Пример схемы подключения цепей приведен на рис. 7, назначение разъемов описано выше.

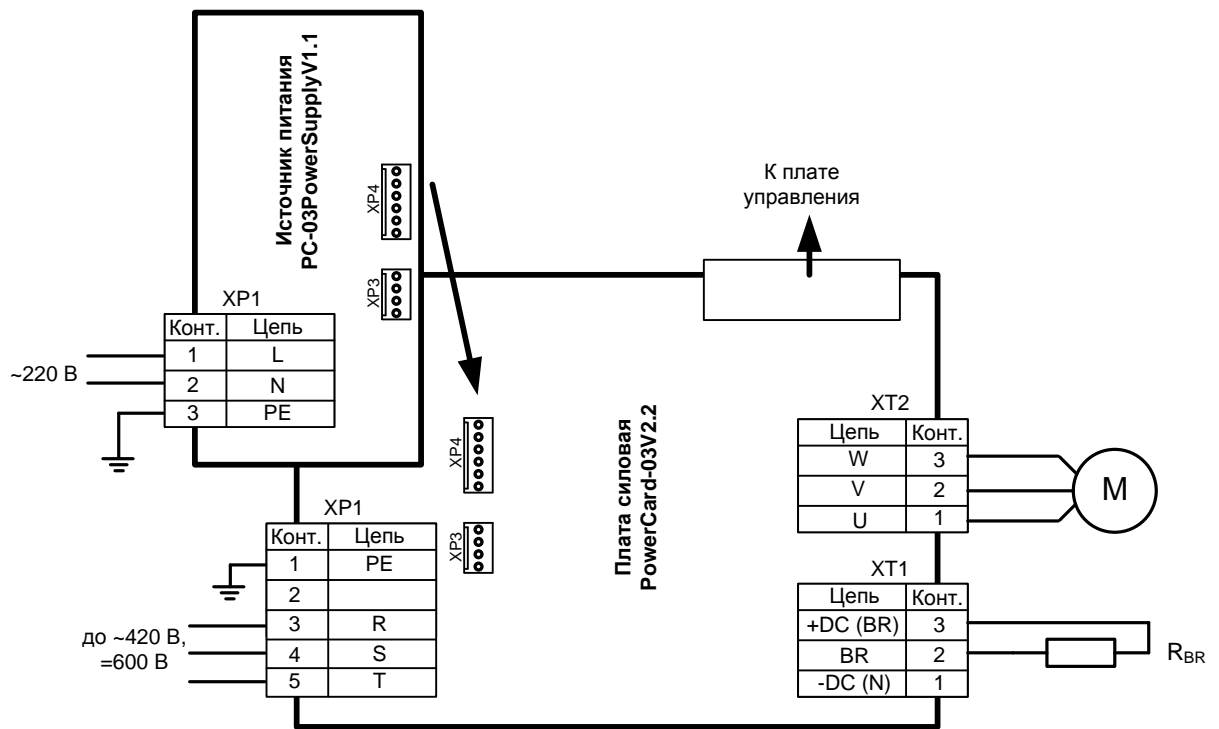


Рисунок 7 – Подключение силовых цепей

6.3. Подключение внешних управляющих сигналов

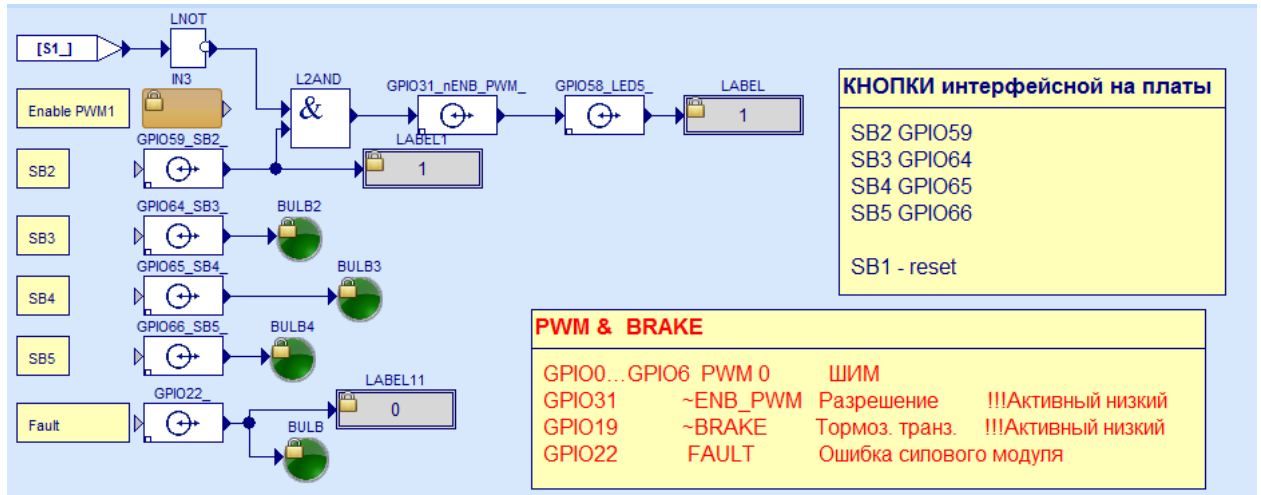
Внешние устройства подключаются согласно описанию разъёмов, указанному в разделе 3.

8. Руководство по программированию

Тестовая программа MBS-FC01_1.1_Start.mbs содержит в себе примеры применения всех драйверов для преобразователя частоты MBS-FC01. Для начала работы достаточно подать питания +5 В на интерфейсную плату, что позволит проверить все драйвера за исключением драйвера ШИМ. Для проверки драйвера ШИМ необходимо подать силовое питание на плату.

8.1. Программирование GPIO

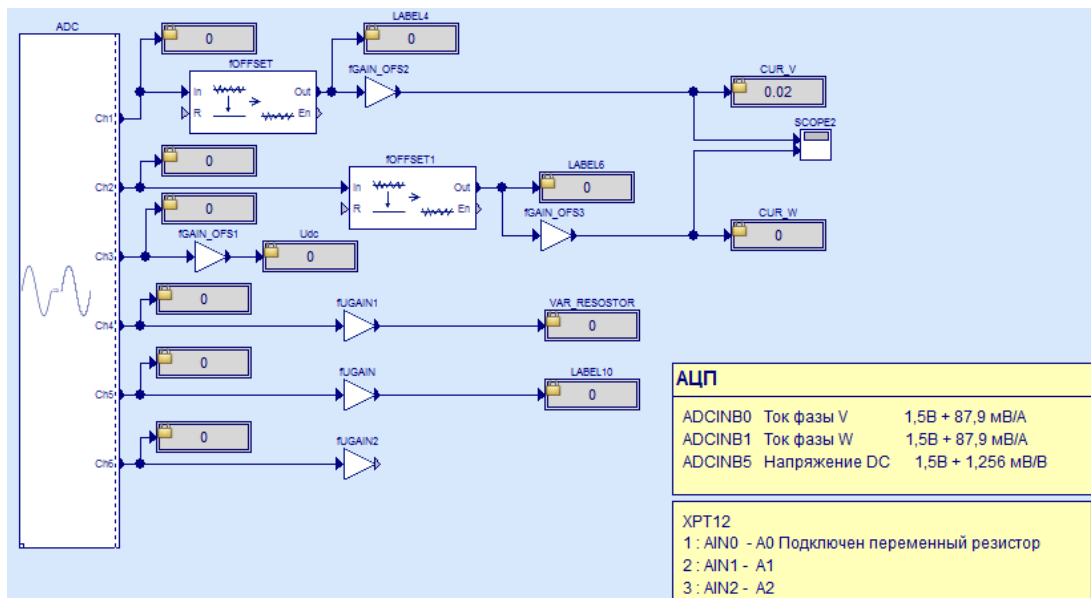
Формула GPIO CONTROL.



Данные GPIO выходы управляются так же активным 0, включение ШИМ осуществляется либо по нажатию кнопки SB2 либо сигналу S1

8.2. Работа с модулем АЦП

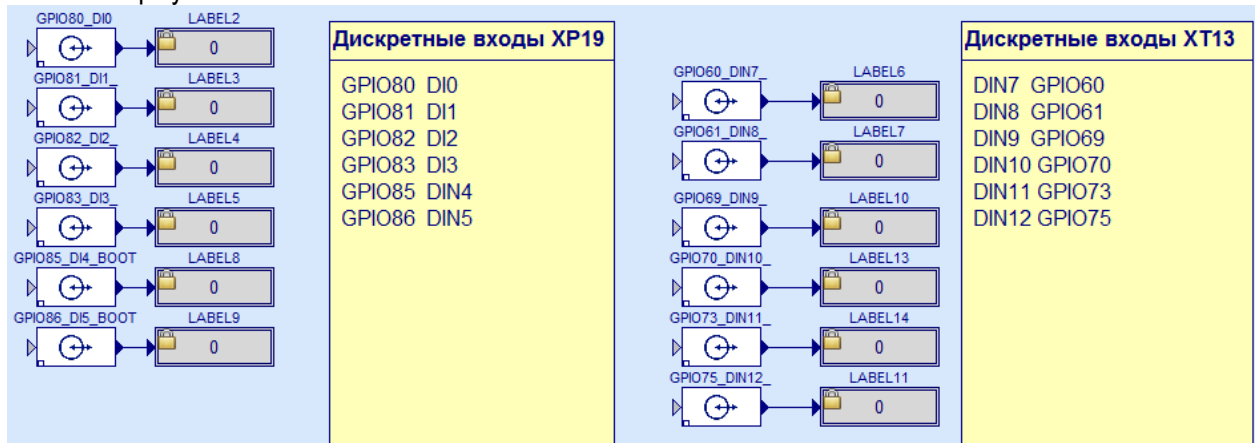
Формула ADC.



Модуль АЦП предназначен для обработки аналоговых сигналов. Для формирования смещения нулевого уровня применяются блоки fOFFSET которые автоматически создают необходимое смещение сигнала. Для масштабирования сигнала применяются блоки fGAIN_OFS

8.3. Работа с модулем дискретных входов

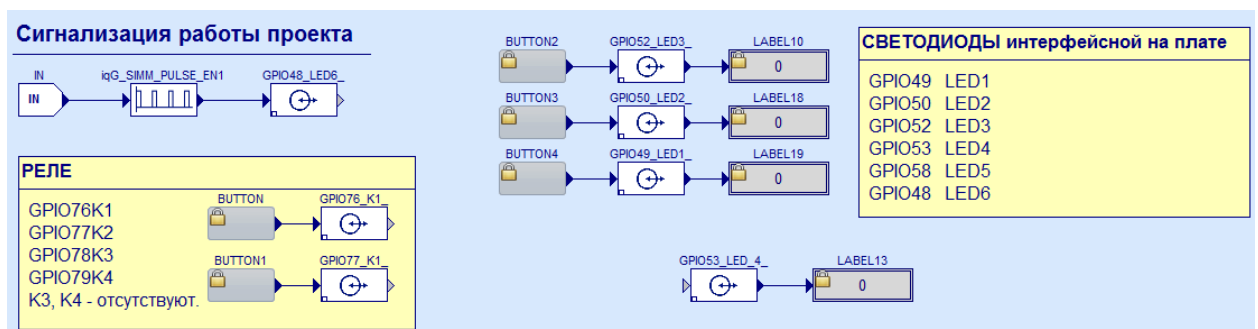
Формула DI.



Дискретные входы управляются либо отрицательным напряжением либо положительным в зависимости от положения переключки разъема. XP19 SS_IN и требуемым питанием, если необходимо притягивать входы к +, то переключка устанавливается между SS_IN и -Uo, и +Uo если к притягивать к -.

8.4. Работа с модулем дискретных выходов

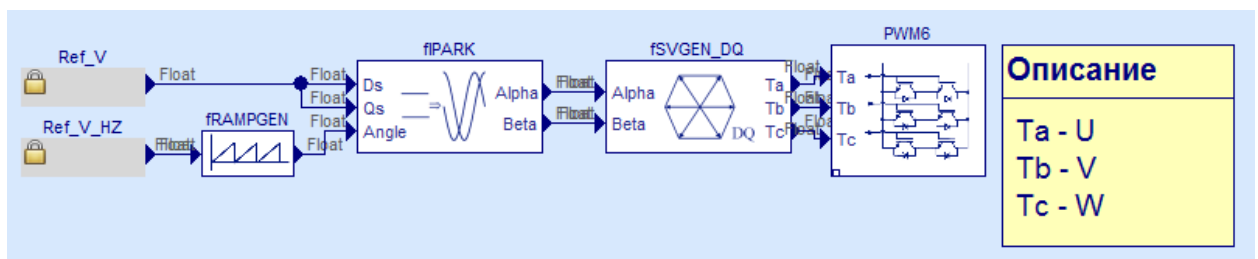
Формула DO.



Дискретные выходы светодиодов управляются активным 0, поэтому для отключения выхода необходимо подать на него единицу.

8.5. Работа с ШИМ

Формула PWM.



Управление транзисторными ключами осуществляется модулем ШИМ. В данном случае представлена программа для задания напряжения и частоты из которых формируется пространственный вектор ШИМ для ключей.

Внимание: Задание напряжения может быть в диапазоне от 0 до 0.7071. Также пользователь должен следить за токами нагрузки, чтобы они не превысили максимальные значения.

8.6. Работа с тормозным резистором

Формула GPIO CONTROL.

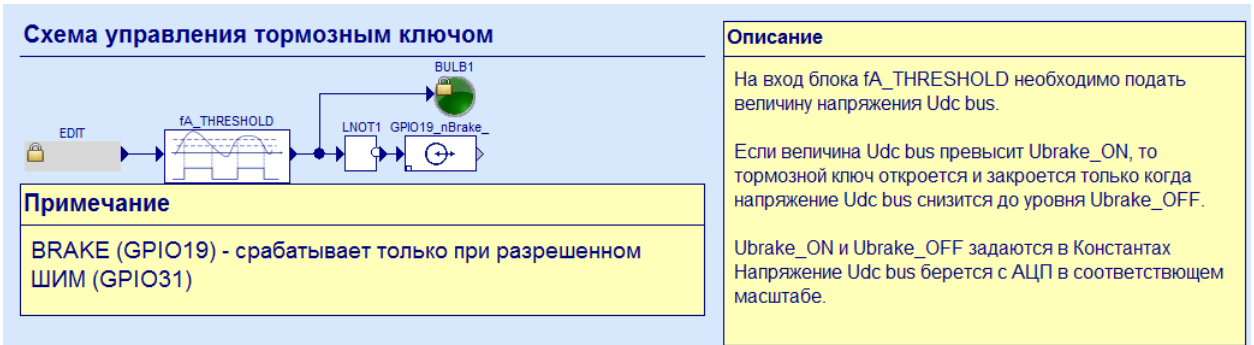


Схема управления тормозным резистором для контроля напряжения на шине постоянного тока.

8.7. Работа с энкодером

Формула QEP.

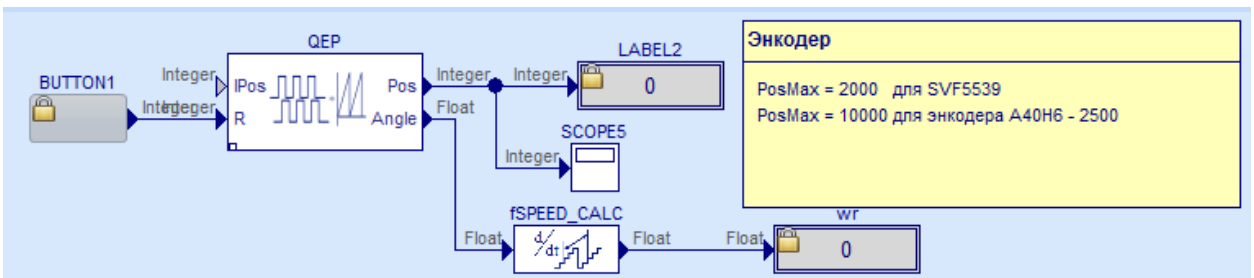
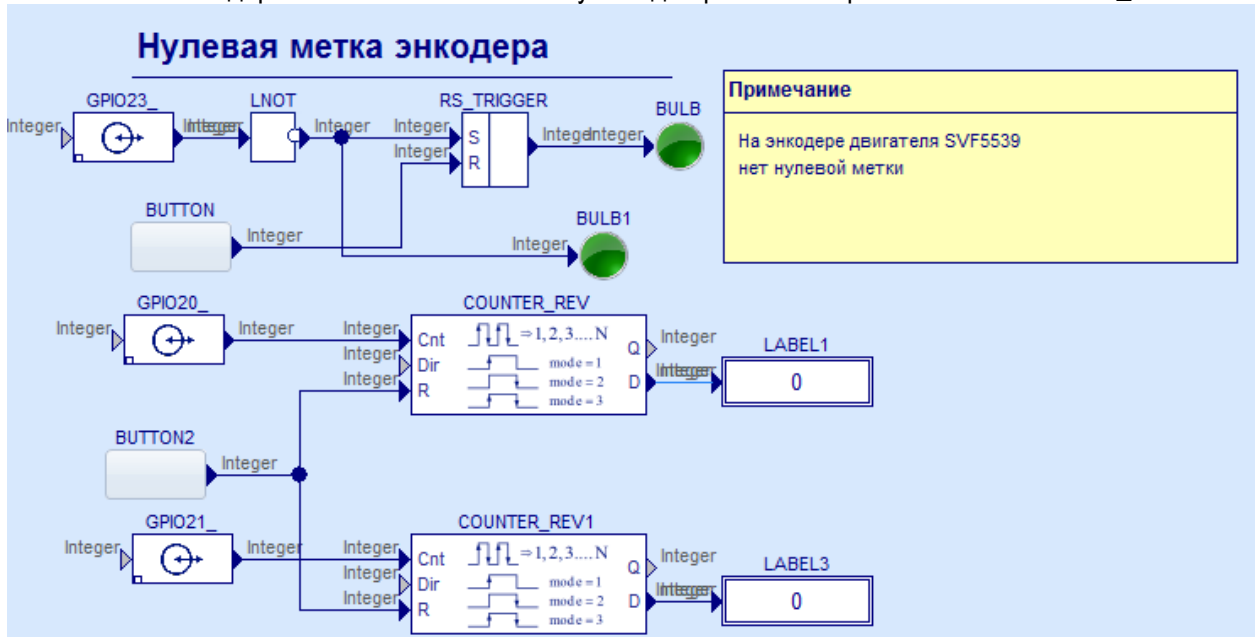


Схема подключения энкодера на выходе POS выдается абсолютное значение числа меток посчитанных энкодером. Угол ANGLE используется для расчета скорости блоком fSPEED_CALC



Работа с нулевой меткой энкодера и счетчик импульсов фаз А и В энкодера

8.8. Работа с дисплеем

Формула DISPLAY.

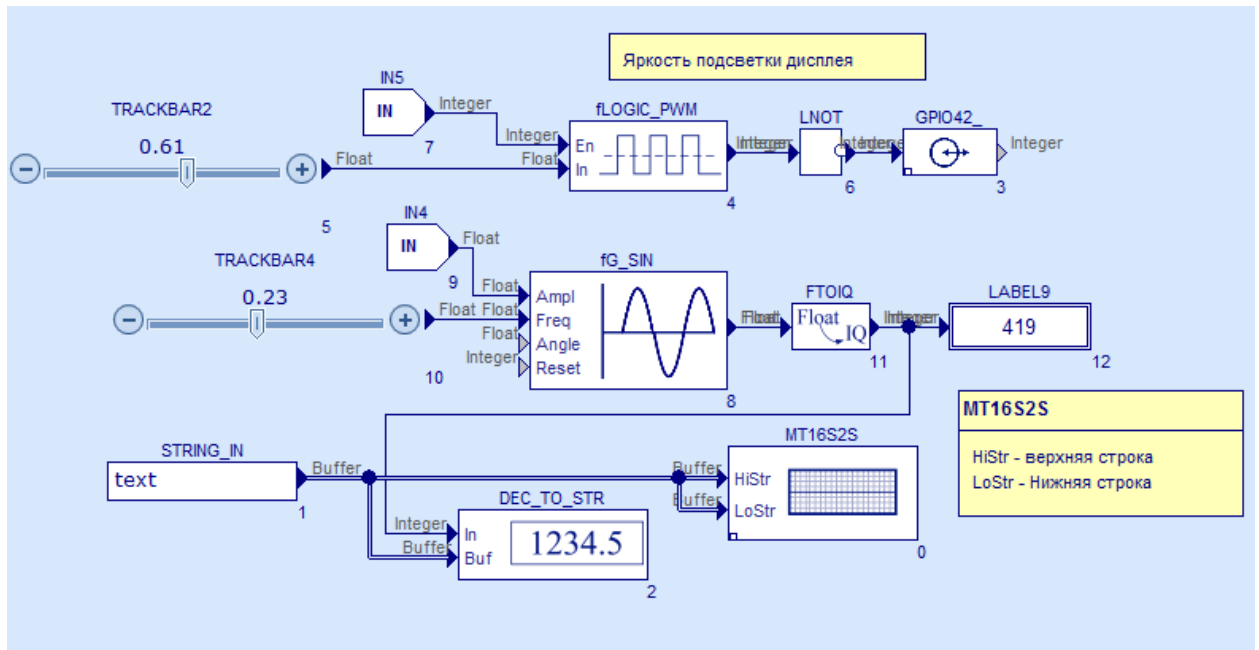


Схема для управления подсветкой дисплея выводом слова text в обе строки дисплея в левой части и числа соответствующего амплитуде синусоидального сигнала в правой части.

8.9. Работа с клавиатурой

Формула KEYBOARD.



Подключение клавиатуры, на выходе Key представлен номер нажатой клавиши, а Code – код клавиши для обработки сочетаний.

9. Программа управления синхронным двигателем

По предварительному согласованию в поставляемую ПЧ может быть загружен проект векторного управления синхронным двигателем.

Исходный файл проекта MBS-FC01_1.1_PMSM_CS_2.2kVt_v.3.0.mbr.

В проекте реализовано управление через клавиатуру и доступен ряд сигналов для отображения на дисплее.

Таблица 1 Описание регистров СУ ПЧ-СД FC-01

| № | Имя | Значение | Формат Точность | Диапазон | Адрес Modbus | Группа меню |
|----------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | *ТОК, RMS* | 0.05, А | Float:2 | [-128; 128] | 200 | 1.Индикация Устройства |
| 2 | *СКОРОСТЬ | 0, об/мин | Float:1 | [-4096; 4096] | 202 | 1.Индикация Устройства |
| 3 | *НАПРЯЖЕНИЕ Udc | 0, В | Float:2 | [0; 3000] | 204 | 1.Индикация Устройства |
| 4 | *АВАРИИ | 1. Work | Integer:0 | [0; 32768] | 206 | 1.Индикация Устройства |
| | | 1. Длительный ток | | | | |
| | | 2. Ток фаза А | | | | |
| | | 3. Ток фаза В | | | | |
| | | 4. Авария DC | | | | |
| | | 5. Темп | | | | |
| 6. Авария IJBT | | | | | | |
| 5 | ТИП УПРАВЛЕНИЯ | 0. ДИСТ | Integer:0 | [0; 2] | 208 | 2.Параметры Настройки |
| | | 1. ДИСКР. | | | | |
| | | 2. ПУЛЬТ | | | | |
| 6 | РЕЖИМ РАБОТЫ | 0. Скалярное упр | Integer:0 | [0; 2] | 20A | 2.Параметры Настройки |
| | | 1. Векторное упр | | | | |
| | | 2. Форм. нагрузки | | | | |
| 7 | ЧАСТОТА СУ | 3, Гц | Float:2 | [0; 200] | 20C | 2.Параметры Настройки |
| 8 | ЗНАК СКОРОСТИ | 2. Не изменять | Float:0 | [-1; 1] | 20E | 2.Параметры Настройки |
| | | -1. Изменять | | | | |
| 9 | СКОРОСТЬ ВУ | 50, об/мин | Float:5 | [-3000; 3000] | 210 | 2.Параметры Настройки |
| 10 | ВРЕМЯ РАЗГОНА | 0.5, сек/50Гц | Float:5 | [0; 120] | 212 | 2.Параметры Настройки |
| 11 | ВРЕМЯ ТОРМОЖЕНИЯ | 0.1, сек/50Гц | Float:5 | [0; 120] | 214 | 2.Параметры Настройки |
| 12 | НАГРУЗКА | 4.2, А | Float:5 | [0.1; 20] | 216 | 2.Параметры Настройки |
| 13 | РЕВЕРС | -1. Вкл | Float:0 | [-1; 1] | 218 | 3.Команды Управления |
| | | 1. Выкл | | | | |
| 14 | СТАРТ/СТОП | 0. Выкл | Integer:0 | [0; 1] | 21A | 3.Команды Управления |
| | | 1. Вкл | | | | |
| 15 | СБРОС ЗАЩИТ | 0. Выкл | Integer:0 | [0; 1] | 21C | 3.Команды Управления |
| | | 1. Вкл | | | | |

Примечание. Переменные отмеченные [*] доступны в меню только в режиме «Отображения данных»

1. ОПИСАНИЕ ГРУПП МЕНЮ

1.1 Индикация устройства

В группу меню выведены параметры индикации системы управления.

1. ТОК, RMS – действующее значение тока.
2. СКОРОСТЬ – скорость вращения выходного звена электропривода. Единица отображения об/мин. Средство измерения –квadrатурный энкодер. 2500 меток/оборот
3. НАПРЯЖЕНИЕ Udc– напряжение в звене постоянного тока.
4. АВАРИИ – регистр аварий отображающий текущее состояние ПЧ
 - a. Work- ПЧ готов к работе, рабочий режим
 - b. Длительный ток – превышение действующего значения тока $I_{rms}>10A$ в течении 60 секунд
 - c. Ток фазы А – токовая отсечка по превышению фазного тока $I_a>16A$
 - d. Ток фазы В – токовая отсечка по превышению фазного тока $I_b>16A$
 - e. Авария DC – Отсечка по превышению напряжения в звене $U_{dc}>800V$
 - f. Темп – превышение $U_{dc}>620V$ в течении 3 секунд
 - g. Авария IJBT – Аппаратная защита IJBT модуля, по температуре, по току K3

1.2 Параметры настройки

В группу выведены параметры настройки режимов работы ПЧ.

5. ТИП УПРАВЛЕНИЯ – Выбор источника управляющих команд для ПЧ

- a. ДИСТ – дистанционное управление через панель GUI
- b. ДИСКР – управление через блок дискретных входов. Схема работы представлена на (
- c. Рис. 1).

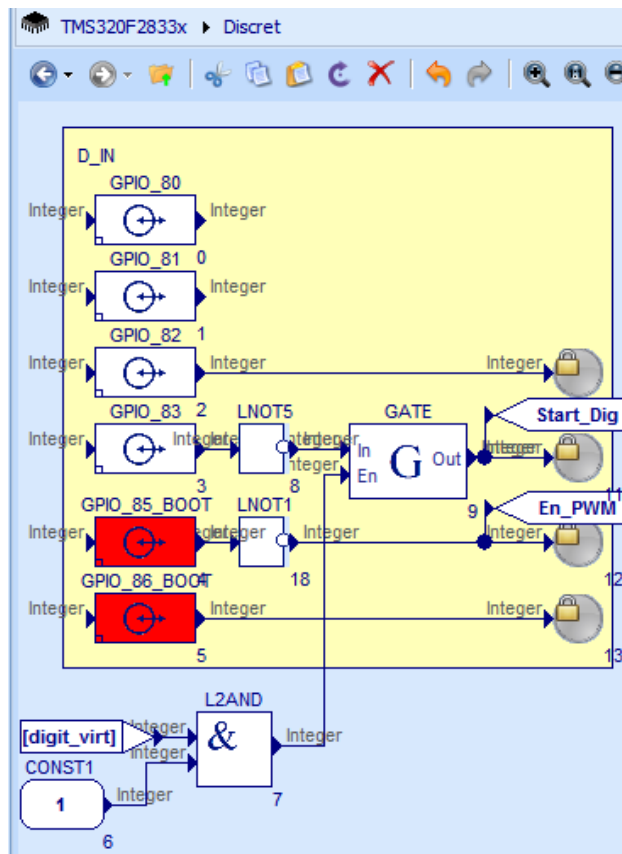


Рис. 1 – Схема управления ПЧ через блок дискретных входов.

- d. МЕСТН – управление через кнопочное меню. Start–ПУСК; Stop-СТОП
- 6. РЕЖИМ РАБОТЫ –режим работы СД
 - a. Скалярное упр. – скалярное управление СД
 - b. Векторное упр. – векторное управление СД в с контролем скорости
 - c. Форм. Нагрузки – векторное управление СД, с контролем момента.
- 7. ЧАТОТА СУ – задание скорости для режима работы «Скалярное упр» в Гц.
- 8. ЗНАК СКОРОСТИ – Знак фазировки подключения энкодера, фаз двигателя.
- 9. СКОРОСТЬ ВУ – задание скорости для режима «Векторное упр». В об/мин
- 10. ВРЕМЯ РАЗГОНА – положительно ускорение привода до заданной скорости. Задание ускорения формируется в секунды/1500об/мин
- 11. ВРЕМЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ – отрицательное ускорение привода до заданной скорости. Задание ускорения формируется в секунды/1500об/мин
- 12. НАГРУЗКА — задание момента для режима работы «Форм. Нагрузки» Задается в амперах.

1.3 Команды управления

В группу выведены параметры управлением ПЧ

13. РЕВЕРС – параметр для формирования инверсного задания по скорости, в режиме работы «Векторное упр.»
14. СТАРТ/СТОП – Команда Старт/стоп для пуска ЭД
15. СБРОС ЗАЩИТ – Команда по сбросу аварийных ситуаций. Режим работы: 1 –reset защит. 0 – контроль аварий.

1.4 Реализованные режимы управления

Алгоритм пуска синхронного двигателя через блок Дискретных входов(Разъем XP19):

1. Выбрать в МЕНЮ Регистр **5. ТИП УПРАВЛЕНИЯ**, установить управление от дискретного интерфейса параметр **ДИСКР**.
2. Установить перемычку между входами SS IN и -U₀.
3. Подать команду разрешения работы. Установить перемычку между входом +U₀ и DI4.
4. Подать команду ПУСК. Установить перемычку между входом +U₀ и DI3.
5. Подать команду СТОП. Снять перемычку между входами +U₀ и DI3.

Алгоритм пуска синхронного двигателя через пульт МЕНЮ

1. Выбрать в МЕНЮ Регистр **5. ТИП УПРАВЛЕНИЯ**, установить управление от дискретного интерфейса параметр **МЕСТН**.
2. Установить перемычку между входами SS IN и -U₀.
3. Подать команду разрешения работы. Установить перемычку между входом +U₀ и DI4.
4. Подать команду START с кнопочной клавиатуры, для пуска ЭД
5. Подать команду STOP с кнопочной клавиатуры, для останова ЭД

Алгоритм Пуска синхронного двигателя через виртуальное меню пользователя:

1. Открыть файл **MBS-FC01_1.1_PMSM_CS_2.2kVt_v.3.0** в среде MexBIOS Development Studio
2. Вкладку «УСТРОЙСТВО»
3. Нажать « ПОДКЛЮЧИТЬСЯ»
4. Нажать «НАЧАТЬ ОБНОВЛЕНИЕ»

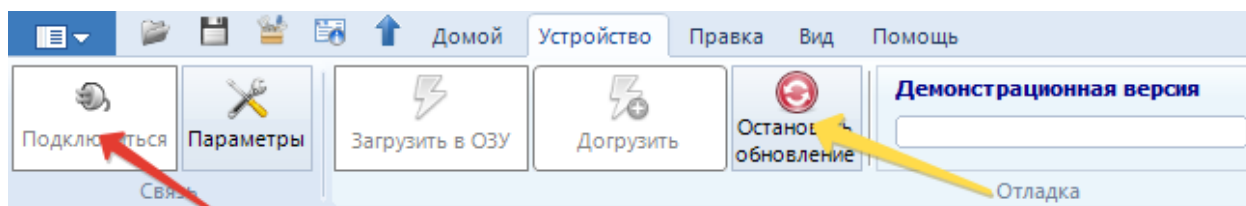


Рис. 2 Внешний вид панели управления проектом в среде MexBIOS Development Studio

5. Выбрать режим Работы (Векторное упр)
6. Нажать кнопку «СТАРТ/СТОП», для пуска ЭД. Кнопка станет активной(оранжевого цвета).

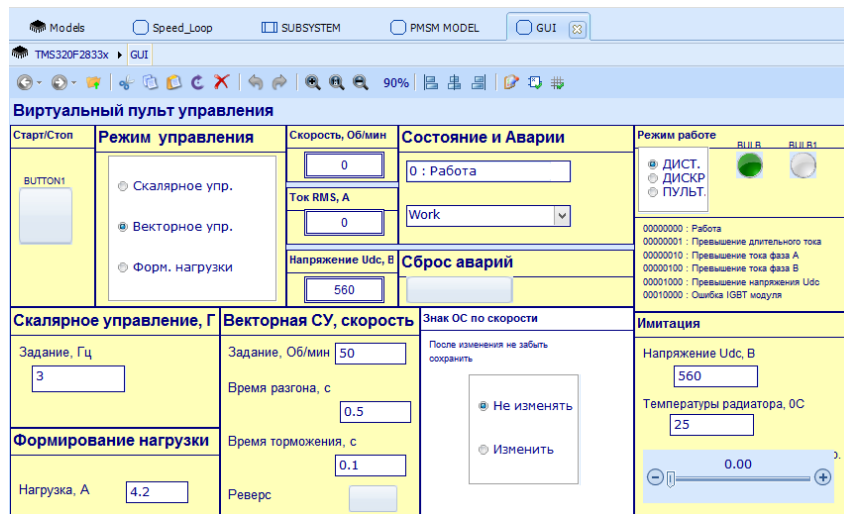


Рис. 3

10. Указания по безопасной работе

1. Преобразователь частоты предназначен для управления промышленными трехфазными асинхронными электродвигателями основного типа, синхронными электродвигателями, электродвигателями постоянного тока.
2. Открытая программная платформа предоставляет пользователю свободу программирования, что налагает на пользователя дополнительную ответственность за корректность созданной программы.

Примечание: Некорректное управление ШИМ может привести к выходу из строя аппаратного оборудования.

3. К работе допускаются лица, ознакомленные с настоящим описанием.
4. Все монтажные работы с преобразователем частоты проводить при отключенном питании.
5. Подача напряжения на преобразователь частоты допускается только при помещении его в корпус или шкаф управления, предохраняющий от случайного касания токоведущих частей.
6. Преобразователь частоты эксплуатируется при нормальных климатических условиях: температура $(25 \pm 10)^\circ \text{C}$, относительная влажность (45 – 80) %.
7. Не разбирайте и не переделывайте составные части преобразователя частоты. При необходимости разборки или доработки обращайтесь к производителю.
8. Не допускается подача силового напряжения на выходные клеммы U, V, W.
9. Не обрызгивайте преобразователь частоты водой и другими жидкостями.
10. В случае если из плат преобразователя частоты идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключите электропитание.
11. Если преобразователь частоты не будет использоваться долгое время, отключите электропитание.

8. Комплектность

1. Плата управления (модуль управления ControlCard-28335V1.1).
2. Плата силовая (силовой модуль PowerCard-03V2.2).
3. Источник питания (модуль PC-03PowerSupplyV1.1).
4. Комплект документации (паспорт, техническое описание).

Примечание: технические характеристики и набор периферийных устройств конкретного преобразователя частоты указаны в паспорте на устройство.

9. Контакты

ООО "НПФ Мехатроника-Про"
г. Томск ул. Усова, 7, офис 232
Тел.: (3822) 252-842 Сот: 8-913-828-1260
E-Mail: nikolay.gusev@mechatronica-pro.com
<http://mechatronica-pro.com/>